

AS
142
K83Xbc
NH

N. B.

JUILLET

1913

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER

DER

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1913

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie le «Bulletin International» qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislav Kulczyński**,
Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

10 października 1913.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1913. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Sicherheit ganz neue Resultate konstatiert wurden, so bin ich der Meinung, daß sie dennoch einer ausführlichen Besprechung wert sind.

Bevor ich jedoch den Einfluß des Lichtes auf die Purpurbakterien bespreche, muß ich bemerken, daß ihre Lichtempfindlichkeit in hohem Grade von verschiedenen äußeren Faktoren, wie z. B. von vorheriger Belichtung und von der Menge des im Wasser enthaltenen Sauerstoffs abhängig sind. Auf dieses Verhalten der Bakterien, welches jedermann, der sie länger beobachtet hat, bekannt ist, lenkte schon Engelmann sein Augenmerk, aber er fand, daß auch bei scheinbar gleichen Bedingungen nicht alle Bakterien in gleicher Weise reagierten. Diese Launenhaftigkeit der Purpurbakterien, über die sich öfters die Gelehrten beklagten (da sich die Untersuchungen infolgedessen schwieriger gestalteten), muß außer den beiden oben erwähnten Faktoren durch den Einfluß noch anderer Faktoren erklärt werden. Man darf also behaupten, daß die Art und Weise und die Stärke der Reaktion bei den Purpurbakterien auf das Licht von einem ganzen Komplex von Faktoren, durch den inneren Zustand der Bakterien, mit einem Worte durch das, was man „Tonus“ nennt, bedingt sind. Die Art und Weise, wie die Bakterien reagieren, wäre also nur eine Resultante einer Summe von Kräften, die auf den Organismus einwirken. Es kann also mit unbedingter Sicherheit eine Reaktion nur dann in ganz bestimmter Weise verlaufen, wenn der Reiz genügend stark ist, um andere Faktoren zurücktreten zu lassen, oder wenn diese im gegebenen Augenblick nicht wirken.

I. Der Einfluß plötzlicher Veränderung der Lichtintensität.

Es ist wohlbekannt, daß die Purpurbakterien gegen plötzliche Abnahme der Lichtstärke äußerst empfindlich sind. Die Rückbewegungen, welche die Bakterien dabei machen, bezeichnete der Entdecker dieser Erscheinung, Engelmann, als „Schreckbewegung“¹⁾. Infolge dieser Eigenschaft sammeln sich die Purpurbakterien an intensiver belichteten Stellen, so daß sie nur von einem dunkleren nach einem helleren Ort und nicht umgekehrt wandern können;

¹⁾ Engelmann, Th. W. *Bacterium photometricum*. Pflüger's Archiv, Bd. XXX, 1883, S. 110.

denn nach Engelmann tritt dieser Phobismus nur bei negativen Schwankungen auf, d. h. bei plötzlicher Verminderung der Lichtintensität; positive Schwankungen dagegen sind nicht im Stande, diese Erscheinung hervorzurufen. „Positive Schwankungen der Lichtintensität, gleichviel von welchem Umfang und welcher Schnelligkeit sie waren und von welcher absoluten Höhe sie ausgingen, riefen nie Schreckbewegungen hervor“¹⁾. Indessen erhielt ich in einer ganzen Reihe von mir veranstalteter Versuche solche Resultate, die ich mit den oben angeführten Resultaten der Experimente Engelmann's und seinen Anschauungen durchaus nicht in Einklang bringen konnte. Es zeigte sich nämlich, daß bei gewisser Lichtintensität die Purpurbakterien die stärker beleuchteten Stellen verließen und sich an schwächer beleuchteten ansammelten.

An einem trüben Oktobertage 1911 gab ich auf einen Porzellanteller (Durchmesser des Bodens = 12 cm) ein wenig Wasser mit frischem Material von *Chromatium Weissii*, stellte denselben auf ein gegen Osten gehendes Fenster und bedeckte die vom Fenster abgewendete Seite mit schwarzem Papier. Die Bakterien traten in dem Wasser in solcher Menge auf, daß es von ihnen eintönig rosa gefärbt erschien. Nach einer Weile sanken die Chromatien auf den Tellerboden, was sonst immer geschah, wenn ich zu den Experimenten ein unbedecktes flaches Gefäß verwendete²⁾. Sonst waren sie sehr beweglich und schon nach einer halben Stunde bemerkte ich, daß der größte Teil unter die Decke wanderte. Nach drei Stunden war auf der dem Fenster zugewendeten Seite keine Spur von Chromatien zu sehen und unter dem Papier war der Tellerboden infolge ihrer Anhäufung intensiv rot gefärbt. Dieses Experiment wiederholte ich mehr als 30mal, immer mit mehr oder weniger gleichem Erfolge³⁾. Ich setzte nun die Bakterien der Wirkung des

¹⁾ A. a. O., S. 110. Ich bemerke, daß Engelmann zu seinen Versuchen ein aus verschiedenen *Chromatium*-Arten zusammengesetztes Material, das er „*Bacterium photometricum*“ nennt, verwendete.

²⁾ Wahrscheinlich infolge der negativen Aerotaxis.

³⁾ Diese einleitenden Experimente machte ich bei mir zu Hause. Nur einmal demonstrierte ich diese Erscheinung im Universitätslaboratorium für Anatomie und Physiologie der Pflanzen in Gegenwart des Direktors Prof. Dr. E. Janczewski und des damaligen Assistenten Dr. B. Namysłowski. Der Versuch hatte einen sehr guten Erfolg, denn nach einer halben Stunde haben sich alle Bakterien in dem verhüllten Teil angesammelt.

zerstreuten Tageslichtes aus und stellte den Teller auf ein gegen Norden und Osten gehendes Fenster oder in einer Entfernung von einem Meter von dem Fenster und überzeugte mich, daß die Bakterien immer nach dem verhüllten Teil des Gefäßes wanderten. Ich bemerkte dabei, daß der Prozeß umso rascher verlief, je intensiver¹⁾ das Licht war, z. B. auf dem gegen Osten gerichteten Fenster verlief er rascher am Morgen als am Nachmittag u. s. w. Manchmal wanderten die Bakterien schon nach 20 Minuten von der unverhüllten Hälfte des Tellers nach der verhüllten herüber; bei minder günstiger Belichtung geschah dies erst nach einigen Stunden. Unter dem das Gefäß bedeckenden Papier ordneten sich die Bakterien entweder gleichmäßig, oder sie bildeten größere oder kleinere Aggregate, gewöhnlich jedoch waren sie an den vom Lichte entferntesten Stellen am zahlreichsten angehäuft. Da ich den eventuellen Einfluß der Richtung der Lichtstrahlen²⁾ nicht ausschließen konnte, suchte ich denselben zu beschränken, indem ich weitere Experimente in der Dunkelkammer unternahm und den auf dem Fußboden stehenden Teller von oben mit einer Glüh- oder Nernstlampe belichtete. Den Teller³⁾ bedeckte ich mit einem von unten mit schwarzem Papier beklebten Pappendeckel⁴⁾, in dem ich

¹⁾ Selbstverständlich bis zu einer gewissen Grenze, da die Chromatien, unter sonst gleichen Bedingungen der Wirkung des direkten Sonnenlichtes ausgesetzt, nicht nur das Licht nicht mieden, sondern sich im Gegenteil an den am intensivsten beleuchteten Stellen anhäuften.

²⁾ Unentschieden ist bis nun die Frage, ob die Organismen, welche Phototaxis aufweisen, gegen die Lichtrichtung als solche empfindlich sind. Es ist ja möglich, daß auch hier nur die Differenz der Lichtintensität, die auf den vorderen und den hinteren Teil des Organismus wirkt, eine Rolle spielt. Da jedoch die Organismen bei einseitiger Belichtung und bei plötzlichen Schwankungen der Lichtintensität gewöhnlich verschieden reagieren (Topophototaxis, falls die Reaktion auf der Wendung des Körpers, und Phobophototaxis, falls sie auf dem Zurückprallen, d. h. auf der Schreckbewegung beruht), sah ich mich veranlaßt, diese Fragen besonders zu besprechen.

³⁾ In Ermangelung eines geeigneteren Gefäßes bediente ich mich eines gewöhnlichen flachen Tellers. Zwar verursachte die weiße Farbe des Tellerbodens die Zerstreuung und Reflexion der Strahlen, man konnte jedoch auf dem weißen Grunde die in der Verteilung der Bakterien entstehenden Veränderungen besser beobachten.

⁴⁾ Die Experimente gelangen auch dann, wenn ich anstatt des Pappendeckels Kalkierpapier verwendete, woraus sich der Schluß ergibt, daß zur Hervorrufung der negativen Phototaxis bei *Chromatium Weissii* eine sehr geringe Differenz der Lichtintensität genügt, ähnlich wie bei positiver Phototaxis.

eine kreuz- oder spaltenförmige Öffnung von 2—5 mm Breite und 6—10 cm Länge ausschneitt. Auf Grund zahlreicher Experimente kam ich zu der Überzeugung, daß bei schwachem Licht *Chromatium Weissii* wie in den früheren Versuchen gewöhnlich apophototaktisch¹⁾ reagiert, so daß sich auf dem Tellerboden eine weiße, d. h. bakterienfreie Figur bildet, die der Form nach der im Pappendeckel ausgeschnittenen Öffnung entspricht. Nicht immer jedoch verhält sich bei gleicher Lichtstärke *Chromatium Weissii* in gleicher Weise. So erhielt ich eines Tages nach halbstündiger Belichtung des Tellers, in einer Entfernung von 280 cm von einer 25-kerzigen Glühlampe²⁾ ein weißes Kreuz (die Öffnung im Pappendeckel war kreuzförmig); als ich jedoch am zweiten Tage dasselbe Experiment wiederholte, erhielt ich auf dem Rosagrunde ein schwachrotes Kreuz, d. h., daß die Bakterien sich dort infolge ihrer positiven Phototaxis in großer Menge ansammelten. Erst als ich die Lichtquelle mit Kalkierpapier verhüllte und auf diese Weise die Lichtstärke verminderte, erhielt ich wieder ein weißes Kreuz. In ähnlicher Weise zeigten Chromatien in vielen anderen Experimenten desselben Typus³⁾, negative Phototaxis, wenn ich schwaches Licht verwendete, dagegen trat bei intensiver Belichtung an die Stelle der negativen Phototaxis die positive.

Auf die positiven und die negativen phototaktischen Erscheinungen bei *Chromatium Weissii* übt — außer der Lichtintensität — in manchen Fällen auch die Dauer des Reizes einen entscheidenden

¹⁾ Prosphototaxis = positive Phototaxis, Apophototaxis = negative Phototaxis (vergl. Rothert W., Beobachtungen und Betrachtungen über taktische Reizererscheinungen, Flora, 88. Bd., Seite 372 im Anhang).

²⁾ In allen Untersuchungen waren die Glühlampen matt und mit einem gewöhnlichen Reflektor versehen.

³⁾ Von diesen Experimenten führe ich einige in der Dunkelkammer angestellte an. Zu allen Experimenten verwendete ich dasselbe Chromatienmaterial. Als Lichtquelle diente mir eine 50-kerzige Glühlampe, deren Licht (mit Ausnahme des Experimentes Nr. 1) ein 1 cm dickes Gefäß mit Kaliumbichromat passierte (diese Experimente hatten einen anderen Zweck). Die Stärke der Belichtung regulierte ich durch Entfernung und Annäherung der Lichtquelle. In diesen Experimenten

den Einfluß aus. Engelmann ¹⁾ bemerkte schon, daß die Purpurbakterien, die unter dem Einfluß gleichmäßigen, intensiven Lichtes bald sich festsetzten, bei beträchtlicher Erhöhung der Lichtintensität sich wieder in Bewegung setzten, um schwächer belichtete Stellen aufzusuchen. Jedoch bei unveränderter Lichtintensität konnte Engelmann etwas Ähnliches nicht beobachten: „Je länger sie in diesem Zustand (festsitzend) der gleichen Beleuchtung ausgesetzt blieben, um so weniger Neigung zeigten sie, wieder in Bewegung zu kommen“ ²⁾. Mir gelang es jedoch zu wiederholten Malen festzustellen, daß die unter dem Einfluß intensiver Belichtung angehäuften und festsitzenden Bakterien nach einer längeren gleichmäßigen, aber sehr starken (von gleicher Stärke wie die vorherige) Belichtung sich wieder in Bewegung setzten, um dann ihren Aufenthaltsort zu verlassen. Man muß bemerken, daß schon nach einige Minuten dauernder Belichtung die Purpurbakte-

verlief die Reaktion so rasch, daß man schon nach einigen Minuten die entsprechenden Figuren erkennen konnte.

Nr. des Experimentes	Entfernung	Die Dauer des Experimentes	Das Licht	Die durch die Bakterien gebildete Figur	Phototaxis
1	22 cm	4 Min.	unmittelbar	auf Rosagrund ein deutlich rotes Kreuz	positiv
2	22 "	4 "	durch $K_2Cr_2O_7$ durchgelassen	auf Rosagrund ein schwachrotes Kreuz	positiv
3	85 "	4 "	" " " "	auf Rosagrund ein weißes Kreuz	negativ
4	105 "	4 "	" " " "	" " " "	negativ
5	60 "	4 "	" " " "	Die Bakterien verhielten sich indifferent	—
6	60 "	30 "	" " " "	auf Rosagrund ein rotes Kreuz	positiv

¹⁾ A. a. O., S. 109.

²⁾ A. a. O., S. 109.

rien so stark dem Substrat anhaften, daß die auf dem Teller gebildeten Figuren auch beim stärksten Schaukeln des Tellers nach allen Richtungen unverändert bleiben. Die so angehefteten Bakterien setzte ich einer weiteren Belichtung aus (bei 50-kerziger, mit Kalierpapier bedeckter Glühlampe, in einer Entfernung von 35 cm vom Teller) und konnte nach 45 Minuten konstatieren, daß die das Kreuz bildenden Bakterien nicht mehr festklebten, da das rote Kreuz bei schwacher Bewegung sofort zerfloß, während die den rosa Grund bildenden (also festsitzenden) Bakterien zurückblieben, so daß an Stelle des roten ein weißes Kreuz entstand. Bei noch länger andauernder Belichtung verließen die Purpurbakterien die am intensivsten belichteten Stellen, was ich einigemal beobachtete. So bildete sich z. B. bei 9 cm Entfernung von der Nernstlampe auf dem Teller schon nach einigen Minuten ein deutliches rotes Kreuz (ähnlich wie vorher war der den Teller bedeckende Pappendeckel unten mit schwarzem Papier beklebt; im Pappendeckel war eine kreuzförmige Öffnung von 3 mm Breite und das Licht fiel selbstverständlich von oben ein). Wenn der Versuch etwa eine Stunde dauerte, zerstreuten sich die hier massenhaft angehäuften Bakterien, so daß sich ein weißes Kreuz mit einem dicken roten Saum bildete¹⁾ (s. Fig. 1 b, Taf. XLVI). Die diesen Saum bildenden Purpurbakterien ordneten sich genau an der Grenze des hellen und des dunklen Feldes, also an der Stelle mit günstigster („optimaler“) Belichtung. Aus diesen Untersuchungen kann der Schluß gezogen werden, daß wenigstens bei gewisser Lichtintensität die positive und die negative Reaktion auch von der zugeführten Lichtenergie²⁾ abhängt.

Wenn wir jetzt darüber Aufschluß haben wollen, durch welche Reaktion des *Chromatium Weissii* die Figurenbildung in allen bisher erwähnten Fällen bewirkt wird, so müssen wir zu dem Schluß gelangen, daß hier wahrscheinlich die Phobophototaxis die Hauptrolle spielt. Einerseits ist es bekannt, daß infolge dieser Eigenschaft die Purpurbakterien an stärker belichteten Stellen sich ansammeln andererseits könnte man ohne dieselbe die Bildung ganz regulärer Figuren nicht erklären. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht

¹⁾ Das Experiment gelingt besser, wenn man in dem bedeckenden Papier anstatt des Kreuzes eine spaltenförmige Öffnung macht.

²⁾ Unter diesem Ausdruck verstehe ich die gänzliche Strahlung.

die unmittelbare Beobachtung unter dem Mikroskop, daß auch bei positiven Schwankungen der Lichtintensität Phobophototaxis eintreten kann. Mein Verfahren war dabei folgendes: An die Unterseite eines dünnen Objektträgers klebte ich einen kleinen Kreis aus schwarzem Papier, brachte darauf einen Tropfen Wasser mit Bakterien, bedeckte ihn mit einem Deckgläschen und stellte unter das Mikroskop so, daß der schwarze Kreis sich in der Mitte des Gesichtsfeldes befand. Das Mikroskop, dessen oberen Teil ich sorgfältig verhüllte, stellte ich in gewisser Entfernung vom Fenster auf und regulierte das Licht nach Bedarf. Anfangs prallten alle Bakterien ohne Ausnahme in bekannter Weise beim Übergange vom hellen Felde in den dunkeln zurück; diejenigen aber, die sich zufällig in dem dunkeln Felde¹⁾ befanden, traten aus ihm unbehindert aus. Als ich jedoch in entsprechender Weise die Lichtstärke verminderte, bemerkte ich, daß manche Individuen in den dunkeln Kreis hineintraten, ohne zurückzuprallen, während die anderen noch auf diese Veränderung der Lichtintensität wie vorher reagierten. Bei weiterer Verminderung der Lichtintensität prallte der größte Teil der in dem dunkeln Felde befindlichen Individuen bei Annäherung an seinen Umkreis zurück, und nur wenige überschritten diese Grenze. Dagegen konnten bei denjenigen Bakterien, die sich im hellen Felde befanden, nur bei manchen Schreckbewegungen beobachtet werden. Zwar gelang es mir nicht, in oben angeführter Weise eine größere Anhäufung der Bakterien im finsternen Kreise zu erhalten, auch war es mir möglich, nur einmal diese Erscheinung unter dem Mikroskop zu beobachten²⁾, doch verdient diese Erscheinung größere Beachtung, da sie eine unmittelbare Bestätigung unserer Vermutungen über die Reaktionsweise der Purpurbakterien bei plötzlicher Erhöhung der Lichtintensität bildet. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Phobophototaxis die hauptsächliche, wenn nicht die einzige Ursache der Bildung der oben geschilderten Figuren bei schwacher Lichtintensität war. Es

¹⁾ Das Feld war so verdunkelt, daß es noch möglich war, die Bewegungen der Bakterien zu beobachten.

²⁾ Außerdem machte ich einigemal Experimente, bei denen ich, um die Bewegungen der Chromatien besser zu beobachten, an den Objektträger einen Kreis aus Kalkierpapier anklebte. Zwar prallte hie und da ein Individuum beim Übergange in den helleren Kreis zurück, jedoch sonst verhielten sich die Bakterien ganz anders oder wenigstens gleichgültig.

scheint auch keinem Zweifel zu unterliegen, daß bei andauernder sehr starker Bestrahlung, bei der wir auch Apophototaxis konstatiert haben, nur von der Phobophototaxis die Rede sein kann. Denn die Richtung der Lichtstrahlen war senkrecht und die Bakterien konnten doch nicht wissen, daß in einiger Entfernung von ihnen Lichtverhältnisse herrschen, die ihnen in diesem Falle am besten entsprechen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß *Chromatium Weissii* bei plötzlichen positiven Schwankungen der Lichtintensität wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie bei den negativen Schwankungen phobisch reagiert. Negative Phototaxis kann in zwei Fällen eintreten: 1) bei schwacher und 2) bei außerordentlich starker Belichtung. Dagegen bei mittlerer Lichtintensität (d. h. wenn sie weder allzu schwach, noch allzu stark ist) reagiert *Chromatium* immer positiv. Darnach gäbe es also vielleicht zwei Optima der Lichtintensität: das eine läge dann sehr niedrig (vielleicht in absoluter Dunkelheit), das andere sehr hoch. Wie es auch sein mag, soviel ist sicher, daß *Chromatium Weissii* unter gewissen Bedingungen negativ auf das Licht reagieren kann und daß eine notwendige Bedingung hierfür entweder sehr schwaches oder überaus intensives Licht ist. Zwar dürften hier neben dem Lichte auch noch andere Faktoren in Betracht kommen, wie ich es bereits am Anfange dieser Arbeit erwähnt habe, doch dies ist für unsere Resultate belanglos. Die Launenhaftigkeit der Purpurbakterien schreiben wir den Faktoren zu, deren Einfluß wir hier nicht untersucht haben. Wir begnügen uns hier mit der Feststellung der negativen Phototaxis allein.

Der Einfluß einseitiger Belichtung.

Wir gehen jetzt zum zweiten Teil der Experimente über, die uns dafür Beweise liefern werden, daß die auf plötzliche Lichtschwankungen überaus stark reagierenden Bakterien auch gegen die Lichtrichtung sehr empfindlich sind. In dieser Hinsicht herrscht heute die Meinung, daß den Purpurbakterien eine solche Empfindlichkeit fast gänzlich fehlt. Eine ganze Reihe von Experimenten, die zur Erklärung dieser Frage dienen sollte, schloß mit negativen Resultaten; einige davon mit positiven Ergebnissen konnten diese Meinung nicht erschüttern, besonders da sie in nicht genügend präziser Weise angestellt worden waren. Jedoch stimmten

die Gelehrten bezüglich dieser Frage nicht immer überein; die einen, wie Engelm ann¹⁾ und Molisch²⁾, behaupteten, daß die Lichtrichtung auf diese Bakterien entweder keinen oder einen sehr schwachen Einfluß ausübt, die anderen, wie Winogradsky³⁾ und Beyerinck⁴⁾, waren der Meinung, daß ein solcher Einfluß vorhanden ist, und zwar in ziemlich hohem Grade. Um die Ursache dieses Widerspruchs zu erklären, wollen wir hier auch die Methoden, deren sich diese Gelehrten bei ihren Experimenten bedienten, besprechen. Engelm ann belichtete einseitig einen hängenden Tropfen mit Purpurbakterien. Nur in einem Falle beobachtete er eine deutliche Apophototaxis, jedoch bei Wiederholung verliefen die Experimente resultatslos. Molisch experimentierte mit Purpurbakterien im Hängetropfen oder in Glaszylindern von 1 cm Dicke und Höhe, oder im Deckglaspräparat auf ausgehöhlten Objektträgern. Nur im letzten Falle, wenn er das Präparat in einer Entfernung von 8 m vom Nordfenster aufstellte, bemerkte er einigemal die Prosphototaxis. Noch vorher machte ähnliche Experimente mit Chromatien Winogradsky, jedoch mit dem Unterschied, daß er einen flachen Objektträger benützte und die Bakterien in einer Entfernung von 0·5—1 m vom Fenster beobachtete. Nur wenn er Wasser zusetzte, das viel Schwefelwasserstoff enthielt, trat Prosphototaxis ein. Daraus schließt Winogradsky, daß Chromatien nur im Wasser mit viel Schwefelwasserstoff eine Phototaxis aufweisen⁵⁾. Auch Beijerinck behauptet, daß die Chromatien in den Präparaten immer gegen das Fenster schwimmen; er stellte jedoch hinsichtlich dieser Frage keine näheren Untersuchungen an. Dabei verwechselte dieser Gelehrte zwei Begriffe, nämlich Empfindlichkeit gegen die Differenz der Intensität mit der Empfindlichkeit gegen die Lichtrichtung, worauf schon Molisch in seinem Werke über die Purpurbakterien aufmerksam machte⁶⁾. Außerdem bemerkten alle, die Purpurbakterien in Massenkulturen beobachteten, daß die Bak-

1) A. a. O., S. 121—122.

2) Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Jena 1907, S. 32—33.

3) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. Heft I, Schwefelbakterien. Leipzig 1888, S. 94.

4) Über Atmungsfiguren beweglicher Bakterien. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XIV, 1893, S. 844.

5) A. a. O., S. 95.

6) A. a. O., S. 32.

terien sich stets an den dem Lichte ausgesetzten Wänden des Gefäßes ansammelten. Winogradsky weist auf diese bekannte Tatsache hin und schließt daraus auf die Prosphototaxis der Purpurbakterien. Molisch¹⁾ legt jedoch keinen Wert darauf, da sowohl die unbeweglichen wie auch die beweglichen Bakterien in dieser Hinsicht sich ungefähr gleich verhalten. Dazu wäre jedoch zu bemerken, daß unter den unbeweglichen Purpurbakterien die meisten in den Schwärmerzustand (wie man es bis nun wenigstens für die meisten unter den schwefelhaltigen konstatierte) übergehen und als solche gegen das Licht empfindlich sein können, wie es übrigens Winogradsky²⁾ bei *Thiocystis* beobachtete. Wie wir also sehen, gibt es in der ganzen Literatur außer einzelnen Beobachtungen und sehr ungenauen Experimenten nichts, was die Empfindlichkeit der Purpurbakterien gegen die Lichtrichtung beweisen könnte. Ich habe oben bemerkt, daß die Untersuchungen sehr ungenau waren, da die Beobachtung im Hängetropfen, wie Chmielewsky bewies³⁾, zu falschen Schlüssen führt: infolge der Refraktion und Reflexion der Strahlen herrschen im Tropfen ganz andere Lichtverhältnisse, als die Gelehrten früher annahmen. Man könnte dort, wo die Forscher eine Apophototaxis erblickten, eher von Prosphototaxis und umgekehrt sprechen. Dasselbe ließe sich auch über die Experimente sagen, zu denen ein kleiner Glaszylinder verwendet wurde. Den verhältnismäßig größten Wert, wenn auch keine entscheidende Bedeutung, besitzen die Untersuchungen von Winogradsky an Bakterien im Deckglaspräparat, jedoch für die Experimente von Molisch, der einen ausgehöhlten Objektträger verwendete, gilt das über die Experimente im hängenden Tropfen oder im Zylinder Gesagte. Unter solchen Bedingungen war es schwer, andere Resultate zu erhalten, und es wundert uns nicht, wenn Molisch in seinem Werke über Purpurbakterien sagt, daß: „die Rhodobakterien sich gegenüber der Richtung des Lichtstrahls recht indifferent verhalten und daß sie nur ausnahmsweise unter noch unbekannten Umständen positive Phototaxis erkennen lassen“⁴⁾. Um diesen Fehler zu vermei-

¹⁾ A. a. O., S. 31.

²⁾ A. a. O., S. 64.

³⁾ Über Phototaxis und die physikalischen Eigenschaften der Kulturtropfen. Beihefte zum Bot. Ztralbl., Bd. 16, 1904, S. 53—66.

⁴⁾ A. a. O., S. 33.

den, machte ich Experimente in Küvetten mit parallelen Wänden (von der Größe $4 \times 4 \times 10$ cm)¹⁾, füllte sie bis zur Höhe von 4 cm mit „Purpurwasser“, das *Chromatium Weissii* enthielt, und setzte sie der Wirkung einer einseitigen Belichtung aus. Als Lichtquelle diente eine Glühlampe, eine Nernstlampe, eine Gaslampe sowie unmittelbares, oder zerstreutes Sonnenlicht. Die Experimente mit der Glühlampe und Nernstlampe wurden in der Dunkelkammer, andere im gewöhnlichen Zimmer ausgeführt²⁾. In beiden Fällen waren die Küvetten sorgfältig bedeckt. Ich bediente mich dabei einer kleinen hölzernen Schachtel, die inwendig mit schwarzem Mattpapier ausgeklebt war und in einer Wand eine entsprechend große Öffnung besaß. Da es sich nun darum handelte, die Lichtstrahlen wo möglich in paralleler Richtung einwirken zu lassen, bediente ich mich bei künstlicher Lichtquelle einer Linse. Außer der totalen Strahlung untersuchte ich auch den Einfluß der einzelnen Teile des Spektrums, und zwar leitete ich die von den oben angeführten vier Lichtquellen ausgehenden Strahlen durch eine 1 cm dicke Schicht von Kaliumbichromat oder Kupferoxydammoniaklösung (um die Strahlen der linken und der rechten Hälfte des Spektrums zu erhalten) oder durch Schwefelkohlenstoffjodlösung (um den Einfluß der dunklen Strahlen zu sehen) und durch eine 7 cm dicke Schicht Wasser³⁾, um den Einfluß der sichtbaren Strahlen allein auf Chromatien zu erforschen. Um endlich ausschließlich rote Strahlen zu bekommen, ließ ich das Licht durch Wasser und hierauf durch Schwefelkohlenstoff hindurchgehen, in welchem Jod in entsprechender Konzentration⁴⁾ gelöst war. In allen diesen Fällen verhielt sich *Chromatium Weissii* bei genügend starkem Licht immer prosphototaktisch⁵⁾. Die Reaktion verlief immer sehr deutlich und die Grenze zwischen dem die Chromatien enthaltenden (roten) Teil der Küvette und dem von ihnen verlassenen (farblosen) besaß die Gestalt einer

1) Die Mehrzahl der Versuche habe ich bei Anwendung einer Küvette von der Größe $14 \times 14 \times 20$ mm mit demselben Erfolg wiederholt.

2) Selbstverständlich wurden die Versuche mit Gaslicht abends ausgeführt.

3) Anfangs verwendete ich in Ermangelung eines geeigneten Gefäßes ein 18 cm dickes Gefäß.

4) Ich setzte so lange zum Schwefelkohlenstoff Jod hinzu, bis die Flüssigkeit nur rote Strahlen durchließ. In diesem und in anderen Fällen untersuchte ich das Licht vermittels eines Taschenspektroskops.

5) Ich stellte mehr als 50 solche Experimente an.

konvexen oder konkaven Kurve¹⁾. Je intensiver die Bakterien belichtet werden, desto rascher und deutlicher verläuft die Reaktion; so wirkt z. B. unmittelbares Sonnenlicht viel intensiver als eine 50-kerzige Glühlampe oder eine 30 cm entfernte Nernstlampe. Während die Purpurbakterien im ersteren Falle schon nach 10 Minuten, manchmal sogar nach 5 Minuten die vom Licht abgewendete Hälfte der Küvette verlassen (Fig. 2), geschieht dies bei künstlichem Licht erst nach einer längeren Zeit. Nachher wirkt bei sonst gleichen Bedingungen die dunkle Strahlung²⁾ viel stärker als die sichtbare allein; jedoch betreffs mancher oberwähnten Teile des Spektrums konnte ich in deren Wirkung keine bedeutendere Differenz beobachten. Ob bei sehr starker Belichtung (wenigstens nach längerer Zeit) *Chromatium Weissii* negativ reagiert, — wie dies bei der Besprechung des Einflusses plötzlicher Schwankungen der Lichtintensität der Fall war — konnte ich leider nicht konstatieren, da mir keine genügend starke Lichtquelle zur Verfügung stand, deren kurzwellige Strahlen allein eine entsprechende Wirkung verursachen könnten. Dabei setzten sich die Purpurbakterien unter dem Einfluß einer sehr intensiven Belichtung allzurasch fest. Dagegen wirkt hier das Licht von einer schwachen Intensität ähnlich wie dort. Ich muß aber im voraus bemerken, daß ich nur wenige derartige Versuche machte und daß nicht alle die erwarteten Resultate ergaben. Am besten gelangen die Experimente bei Anwendung einer kleinen Küvette von der Größe $14 \times 14 \times 20$ mm, die ich von allen Seiten, — mit Ausnahme der Vorderseite, — mit schwarzem Mattpapier bedeckte und einigemal der Wirkung eines schwachen, zerstreuten Tageslichtes aussetzte, wobei ich immer eine bedeutende Apophototaxis feststellen konnte. Nur in einem Falle verhielten sich die Bakterien prosphototaktisch auch dann, als ich die Küvette 3 m weit vom Nordfenster aufstellte. In den Ex-

¹⁾ Diese Kurve muß man als eine Resultante von zwei verschiedenartigen Kräften betrachten, die in senkrechter Richtung zueinander auf die Bakterien wirken. Die eine Kraft bildet gewiß das Licht, die andere vielleicht die Schwerkraft.

²⁾ Allzuintensive langwellige Strahlung verursacht dank ihren thermischen Eigenschaften eine starke Wasserströmung, welcher die Bakterien zu widerstehen nicht imstande sind. Um die Einwirkung der unsichtbaren Sonnenstrahlen zu modifizieren, stellte ich vor die Küvette mit $\text{CS}_2 + \text{J}$ zuweilen ein 1 cm dickes Gefäß mit Wasser.

perimenten mit künstlichem Lichte beobachtete ich in drei Fällen die Apophototaxis, und zwar, als ich die oberwähnte Küvette in der Dunkelkammer in einer Entfernung von 250 cm von einer 50-kerzigen Glühlampe aufstellte und diese mit schwarzem Papier, in welchem eine Öffnung von 4 cm Durchmesser ausgeschnitten war, umhüllte. Nach Annäherung der Lichtquelle (bis auf 35 cm) schlug die negative Reaktion in positive um. Jedoch in zwei Experimenten, die ich unter gleichen Bedingungen ausführte, erhielt ich kein Resultat und bei einem Versuche mit einer Gaslampe bei sehr schwachem Lichte beobachtete ich die Prosphototaxis¹⁾. Daraus geht hervor, daß *Chromatium Weissii* auf die Richtung des Lichtes von geringer Intensität vorwiegend negativ reagiert. Von den Ursachen der Ungleichmäßigkeit der Reaktion war schon oben die Rede.

Ich habe schon eingangs bei der Schilderung des ersten Versuches bemerkt, daß die Chromatien nach dem Übergange in den mit Papier bedeckten Teil des Tellers sich an den Stellen ansammelten, die vom Lichte am meisten entfernt waren. Ähnlich verhielten sie sich in vielen Experimenten, von welchen in der ersten Hälfte dieser Arbeit bereits die Rede war. In den dort besprochenen Versuchen, die bei Anwendung eines sehr intensiven, Lichtes ausgeführt wurden, konnte man beobachten, daß rings um die Öffnungen, durch die das Licht auffiel, die Bakterien gewöhnlich mehr oder weniger, manchmal sogar in auffallender Weise strahlenförmig sich anordneten (Fig. 3). Es ist unmöglich, dies anders zu erklären, als durch die Annahme, daß die Purpurbakterien gegen die Lichtrichtung empfindlich sind.

Daraus, daß *Chromatium Weissii* eine Empfindlichkeit gegen die Lichtrichtung aufweist, kann man den Schluß ziehen, daß gegen die Richtung des Lichtes auch solche Organismen empfindlich sind, die gleichmäßig verteilten Farbstoff enthalten. Unrichtig ist also die Anschauung Engelmann's, der eben diesem Umstande den angeb-

¹⁾ Den durch Abschwächung der Lichtstärke bewirkten Umschlag der positiven Phototaxis in negative beobachtete ich an Chromatien in einem Gefäß mit parallelen Wänden, das von allen Seiten mit Ausnahme der Vorderseite mit schwarzem Papier vollständig bedeckt war. Wurde es nun von unmittelbaren Sonnenstrahlen getroffen, so sammelten sich die Chromatien in dem vorderen Teil an, und wenn sich die Sonne hinter das benachbarte Haus verbarg, wanderten sie nach einer Viertelstunde auf die entgegengesetzte Seite über.

lichen Mangel der Empfindlichkeit gegen die Lichtrichtung bei Purpurbakterien zuschrieb¹⁾.

Endlich müssen wir etwas über Resultate längerer, intensiver Einwirkung des Lichtes auf die Purpurbakterien sagen. Wenn die Bakterien in den Kùvetten einseitig 10 Stunden täglich drei Tage lang belichtet wurden, reagierten sie sehr schwach auf das Licht, wobei sie von den oberen Wasserschichten sehr rasch heruntersanken und nur in den unteren schwebten. Zugabe von Schwefelwasserstoff blieb dabei wirkungslos, obwohl diese Bakterien, unter dem Mikroskop betrachtet, von den im frischen Material enthaltenen nicht zu unterscheiden waren; sie zeigten die gleiche Beweglichkeit und enthielten gleich viel Schwefel. Der länger andauernde Reiz hatte wahrscheinlich ihre frühere Empfindlichkeit abgestumpft, was übrigens vorausszusehen war. Dieser Umstand verdient beim Experimentieren besondere Beachtung und man muß deshalb zu Versuchen nur möglichst frisches Material verwenden.

Zu allen obenbesprochenen Experimenten gebrauchte ich nur eine Art der Purpurbakterien, nämlich *Chromatium Weissii* Perty; wenn wir jedoch beachten, daß alle Purpurbakterien in der Art und Weise, wie sie auf das Licht reagieren, wie auch in jeder anderen Hinsicht eine auffallende Ähnlichkeit aufweisen, so scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß alles, was wir hier an *Chromatium Weissii* beobachteten, für sämtliche Purpurbakterien gilt.

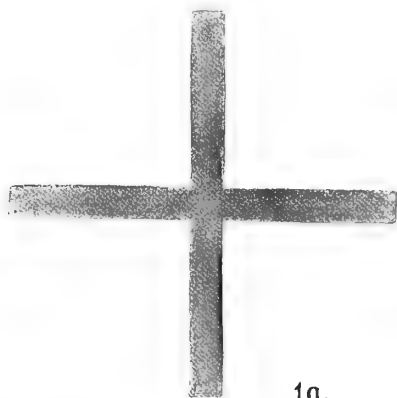
Unsere Beobachtungen können wir in folgender Weise zusammenfassen:

1) Auf plötzliche Schwankungen der Lichtintensität reagiert *Chromatium Weissii* in manchen Fällen negativ, d. h. apophototaktisch. Eine notwendige Bedingung hiefür ist entweder sehr schwaches oder außerordentlich starkes Licht.

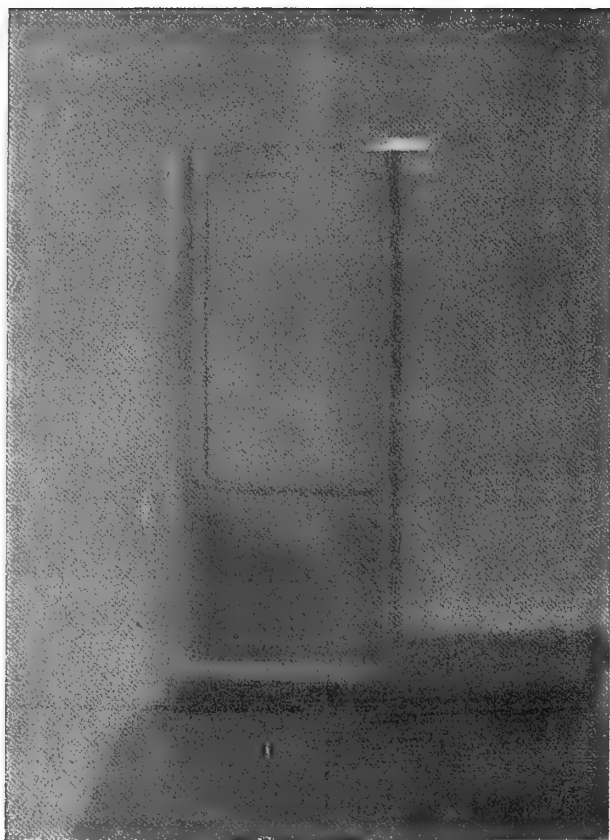
2) Da bei mittlerer Lichtstärke *Chromatium Weissii* (auf plötzliche Schwankungen der Lichtintensität) immer positiv, d. h. phototaktisch reagiert, gibt es vielleicht zwei Optima der Lichtintensität, von denen das eine sehr niedrig, das andere sehr hoch liegt.

3) *Chromatium Weissii* ist auch gegen die Lichtrichtung außerordentlich empfindlich; die bisherigen negativen Resultate hatten ihren Grund in der fehlerhaften Anordnung der Experimente.

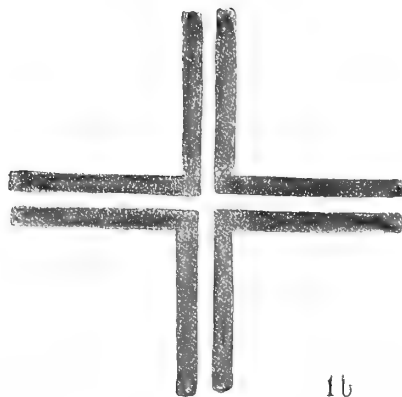
¹⁾ A. a. O., S. 122.



1a.



2.



16



4) Wenn das Licht genügend stark ist, reagiert *Chromatium Weissii* bei einseitiger Belichtung immer positiv; ist es schwach, so kann es negativ reagieren.

5) Bei prosphototaktischen Erscheinungen hängt die Reaktionsgeschwindigkeit von der angewendeten Lichtstärke ab.

Ich empfinde es als eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Emil Godlewski (sen.) für seine mir gütigst erteilten Ratschläge, die mir öfters zugute kamen, wie auch Herrn Dr. Władysław Vorbrodt für sein freundliches Entgegenkommen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Aus dem Institut für Agrikulturchemie der Jagellonischen Universität in Krakau.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1 a. Ein durch die Bakterien unter dem Einfluß der positiven Phototaxis gebildetes Kreuz.

Fig. 1 b. Nach längerer Belichtung durch negative Phototaxis gespaltenes Kreuz.

Fig. 2. Unter dem Einflusse des Sonnenlichtes wanderten die Bakterien in den Vorderteil der Küvette infolge positiver Phototaxis über.

Fig. 3. Die unter dem Einflusse intensiver Belichtung angesammelten Bakterien bildeten eine Figur, welche der Gestalt der Spalte genau entspricht; man sieht die strahlenförmige Anlagerung der Bakterien unter dem Einflusse des durch die Spalte einfallenden Lichtes.

*Przyczynek do poznania cechsztynu w granicach wyżyny
Świętokrzyskiej. — Beiträge zur Kenntnis des Zechsteins
im Polnischen Mittelgebirge.*

Mémoire

de MM. **J. CZARNOCKI** et **J. SAMSONOWICZ**,

présenté, dans la séance du 2 Juin 1913, par M. M. Raciborski m. c.

(Planches XLVII—XLIX).

Die Zechsteinformation tritt im Polnischen Mittelgebirge nur an einer Stelle zutage, nämlich am kleinen Hügel im Dorf Kajetanów, 11 Kilometer nördlich von Kielce, wo sie heute besser als vorher in mehreren Steinbrüchen entblößt ist. Die Zechsteinschichten liegen hier in einer breiten flachen Mulde, die im Norden durch die niedrige Hügelreihe der isoklinalen unterdevonischen Sandsteine (das s. g. „*pasma klonowskie*“), im Süden durch die antiklinale Hauptkette (das s. g. „*pasma świętokrzyskie*“) der Quarzitsandsteine und der kambrischen Schiefer begrenzt ist. Die flache Mulde von Kajetanów ist mit diluvialen Schichten und Alluvien des Baches Lubrzanka bedeckt und unter denselben mit steil aufgerichteten silurischen Schiefen (mit *Cardiola interrupta*) ausgefüllt, die erst außerhalb und östlich der Zechsteinbrüche zum Vorschein kommen. Westlich verschwinden die dyadischen Schichten unter den Alluvien, noch weiter westlich treten die triadischen Buntsandsteine vor, ohne daß ihr Kontakt mit den darunter liegenden Zechsteinschichten sichtbar wäre. Wie ersichtlich, liegen die Zechsteinschichten diskordant auf den älteren paläozoischen Schichten.

Bisher waren in Kajetanów nur schwarze, bituminöse Kalke bekannt, in welchen von Petrefakten *Productus horridus* Sow. reichlich vorhanden ist. Dagegen unbekannt sind geblieben die im Han-

genden des Zechsteinkalkes liegenden Schiefer, welche neben einigen Tierresten eine Zechsteinflora enthalten.

Von unten nach oben sind in Kajetanów folgende Schichtenkomplexe sichtbar:

1. Bituminöse Kalke, zusammen 5—6 m mächtig, bestehen aus dünneren und dickeren Bänken, die nie über $\frac{3}{4}$ m dick werden. In diesen dunkelbraunen, seltener schwarzen Kalken ist von Petrefakten nur *Productus horridus* Sow., dieser aber sehr reichlich zu finden. Im Hangenden gehen die bituminösen Kalke in

2. braune Mergelschiefer über, die etwa 1 m Mächtigkeit haben. In diesen leicht verwitternden, sehr brüchigen, leicht spaltenden Schiefeln kommt *Productus horridus* selten vor, dagegen tritt reichlich *Strophalosia Morrisiana* King neben unbestimmbarem Pflanzendetritus auf. Weiter folgen:

3. tonige Kalkschiefer von heller, gelblich aschgrauer Farbe, fester Konsistenz, die z. T. in große, dünne Platten zerfallen. Außer der schon erwähnten, hier gewöhnlichen *Strophalosia Morrisiana* ist in diesen Schiefeln *Gervillea* (*Bakewellia*) *ceratophaga* Schloth. reichlich vorhanden. Besonders charakteristisch für diese Schichtenfolge ist das reichliche Vorkommen von zerrissenen Pflanzenresten, die verkohlt oder als Abdrücke die Schieferflächen bedecken. Es sind nur Bruchstücke von Zweigen und Blätter der Koniferen, Blattfragmente der Farne, Zapfen der Koniferen, lose Schuppen und Samen, dazwischen auch verkohlte Holzfragmente. Obwohl hier nur lose Fragmente einer eingeschwemmten Flora vorliegen, so konnten wir doch im Laufe mehrerer Jahre in den Steinbrüchen von Kajetanów eine reiche Sammlung zusammenstellen und darunter folgende Pflanzenarten bestimmen.

Coniferae.

1. *Voltzia Liebeana* Gein. (Taf. XLVIII, Fig. 1. 3, 4, 5; Taf. XLIX, Fig. 1). Sehr häufig lose, 20—40 mm lange Blätter, lose unverzweigte Zweigspitzen sowie charakteristische fünfflappige Zapfenschuppen, die je zwei Samen tragen.

2. *Voltzia hexagona* Bischoff (Taf. XLVIII, Fig. 2). Es wurden nur spärliche Zweigspitzen wie auch wenige dreilappige Fruchtschuppen gefunden.

3. *Ullmannia frumentaria* Schloth. (Taf. XLVII, Fig. 4, 5, 6a, 9).

Es wurden sechs Zweigspitzen in Kajetanów gesammelt, die alle nicht besonders gut erhalten sind. Dagegen gehören die losen Blätter dieser Art zu den häufigsten Petrefakten der hiesigen Flora, vielfach sind ganze Bruchflächen der Schiefer mit denselben bedeckt. Intakte Zapfen wurden nicht gefunden, dagegen häufig lose Zapfenschuppen.

4. *Ullmannia Bronnii* Goepp. (Taf. XLVII, Fig. 1, 2). Weniger häufig als die vorhergehende. Es wurden gesammelt fünf Zweigspitzen, davon drei in gutem Erhaltungszustand. Auch zahlreiche lose Blätter waren zu finden. Die abgefallenen Zapfen sind alle stark zerdrückt, den besterhaltenen zeigt Taf. XLVII, Fig. 7b. Die Zapfenschuppen, in sieben Parastichen angeordnet, zeigen eine starke mediane Verdickung. Etwas abweichend von der typischen Form ist ein Fragment, Taf. XLVII, Fig. 3, mit größeren und stumpfen Blättern. Solche Formen wurden von Geinitz als *U. Bronnii* var. *obtusa* bezeichnet.

5. *Ullmannia orobiformis* Schloth. (Taf. XLVII, Fig. 8, 8b). Es wurde nur ein Zweigfragment gefunden, dessen Blätter charakteristische, reihenweise angeordnete Warzen tragen.

Wahrscheinlich zur Gattung *Ullmannia* gehört der auf Tafel XLVII, Fig. 7a abgebildete Zapfen, auf welchem die kleinen lanzettlichen Schuppen in sechzehn dichten Parastichen angeordnet sind. Dieser Zapfen stimmt mit keiner der bisher bekannten *Ullmannia*-Arten überein.

Neben den Samen, welche wahrscheinlich der Gattung *Voltzia* angehören, wurden in Kajetanów, die in der Zechstein-Flora als

6. *Carpolithes Klockeanus* Heer (Taf. XLVIII, Fig. 6) und

7. *Carpolithes Eiselianus* Geinitz (Taf. XLVIII, Fig. 7) bekannten Samen gesammelt. Die erstere Art erinnert an die Samen der *Walchia*, die andere ist in Kajetanów häufig.

Von den Farnen konnten wir nur Fragmente von drei voneinander verschiedenen sterilen *Sphenopteris*-Arten finden, die alle nicht näher bestimmbar sind. Diese drei Farne sind abgebildet auf Tafel XLVIII, Fig. 8, 9, 10.

Zu sehr häufigen und für die Flora von Kajetanów charakteristischen Pflanzenfragmenten gehören lange, dünne, fadenförmige Gebilde, die in den Textfiguren 1 und 2 abgebildet sind. Wir haben davon über fünfzig Exemplare gesammelt; die längsten Frag-

mente sind bis 130 mm lang und zeigen seitliche, sehr dünne, unverzweigte Auswüchse von 5—7 mm Länge. Wie die Textfigur 2 zeigt, stehen diese Seitenauswüchse in sehr deutlichen Parastichen. Ob die rätselhaften Gebilde Wurzeln oder Sprosse sind, läßt sich nicht entscheiden; in der uns zugänglichen Literatur konnten wir nichts Ähnliches finden. Die im Vergleich zu allen vorher beschrie-

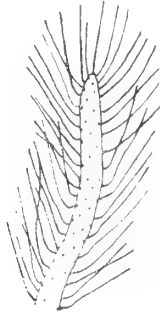


Fig. 1
(2-fach vergrößert).



Fig. 2
(5-fach vergrößert).

benen Pflanzenfragmenten auffallende Feinheit dieser Gebilde läßt darauf schließen, daß sie an Ort und Stelle gewachsen sind.

Die oben beschriebene fossile Flora von Kajetanów stimmt ganz mit der Flora der sogenannten Kupferschiefer Deutschlands überein, deren wichtigste Leitfossilien man in Kajetanów wiederfindet.

Botanisches Institut der Jagellonischen Universität in Krakau.

Tafelerklärung.

TAFEL XLVII.

Fig. 1. *Ullmannia Bronnii*, Göpp. Sproßspitze; die seitlichen Blätter im Längsschnitt gesehen; daneben lose Blätter.

Fig. 2. *U. Bronnii* Göpp. Gipfelsproß.

Fig. 3. *U. Bronnii* var. *obtusa* Gein. Sproßfragment.

Fig. 4. *U. frumentaria* Schloth. Bruchstück eines Zweiges mit Längsschnitten von Blättern; unten ein ganzes Blatt.

Fig. 5. *U. frumentaria* Schloth. Fragment, wahrscheinlich von einem jungen Sproß.

Fig. 6a. *U. frumentaria* Schloth. Einzelne Blätter.

Fig. 6b. *U. Bronnii* var. *obtusa* Gein. Einzelne Blätter.

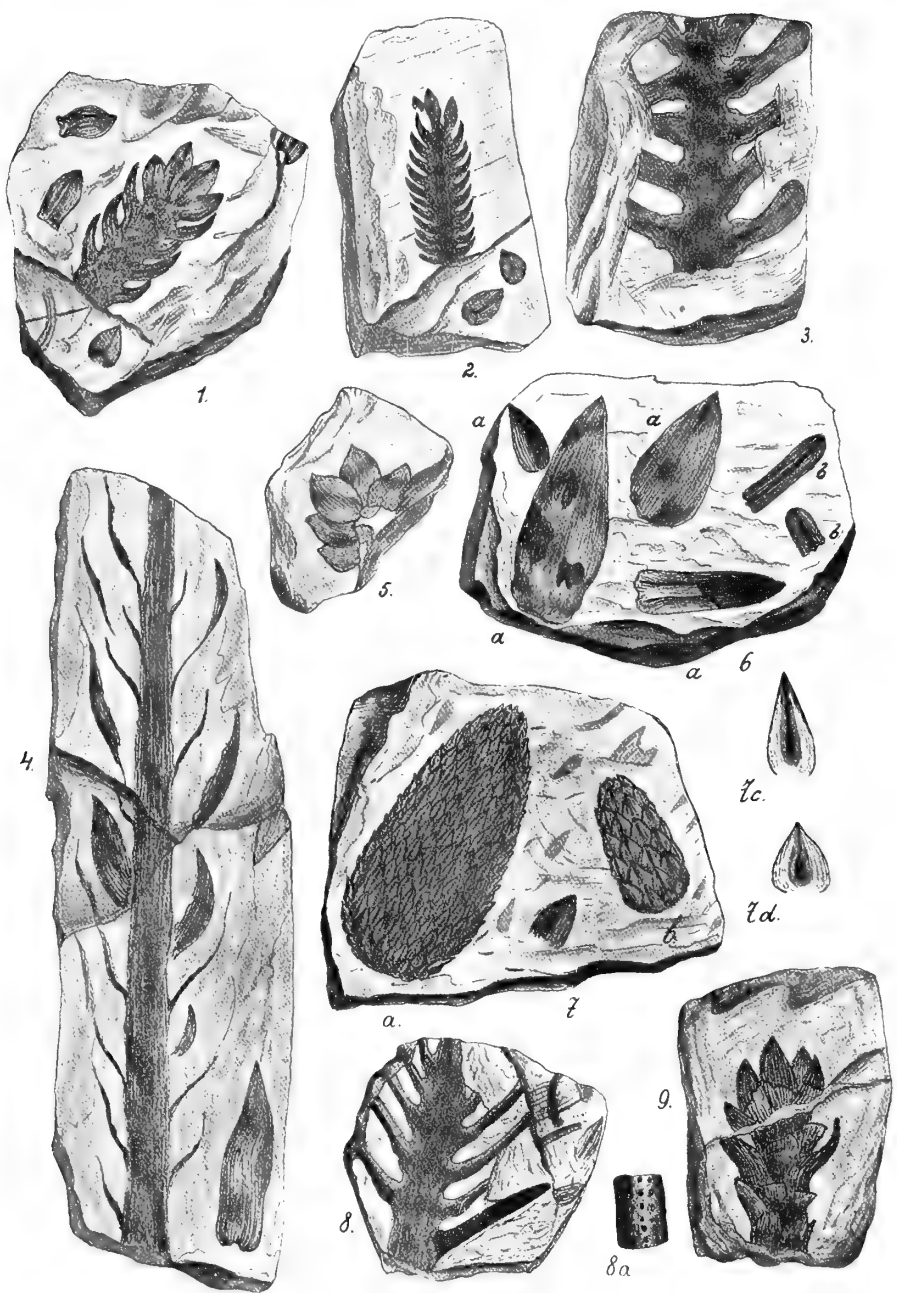
- Fig. 7a. *Ullmannia* sp. Ein Zapfen.
 Fig. 7b. *U. Bronnii* Göpp. Ein Zapfen.
 Fig. 7c. *Ullmannia* sp. Fruchtschuppe, 3-fach vergr.
 Fig. 7d. *U. Bronnii* Fruchtschuppe, $1\frac{1}{2}$ mal vergr.
 Fig. 8. *U. orobiformis* Schloth. Bruchstück eines Zweiges.
 Fig. 8a. — — Bruchstück eines Blattes, 3 fach vergrößert.
 Fig. 9. *U. frumentaria* Schloth. Gipfelsproß.

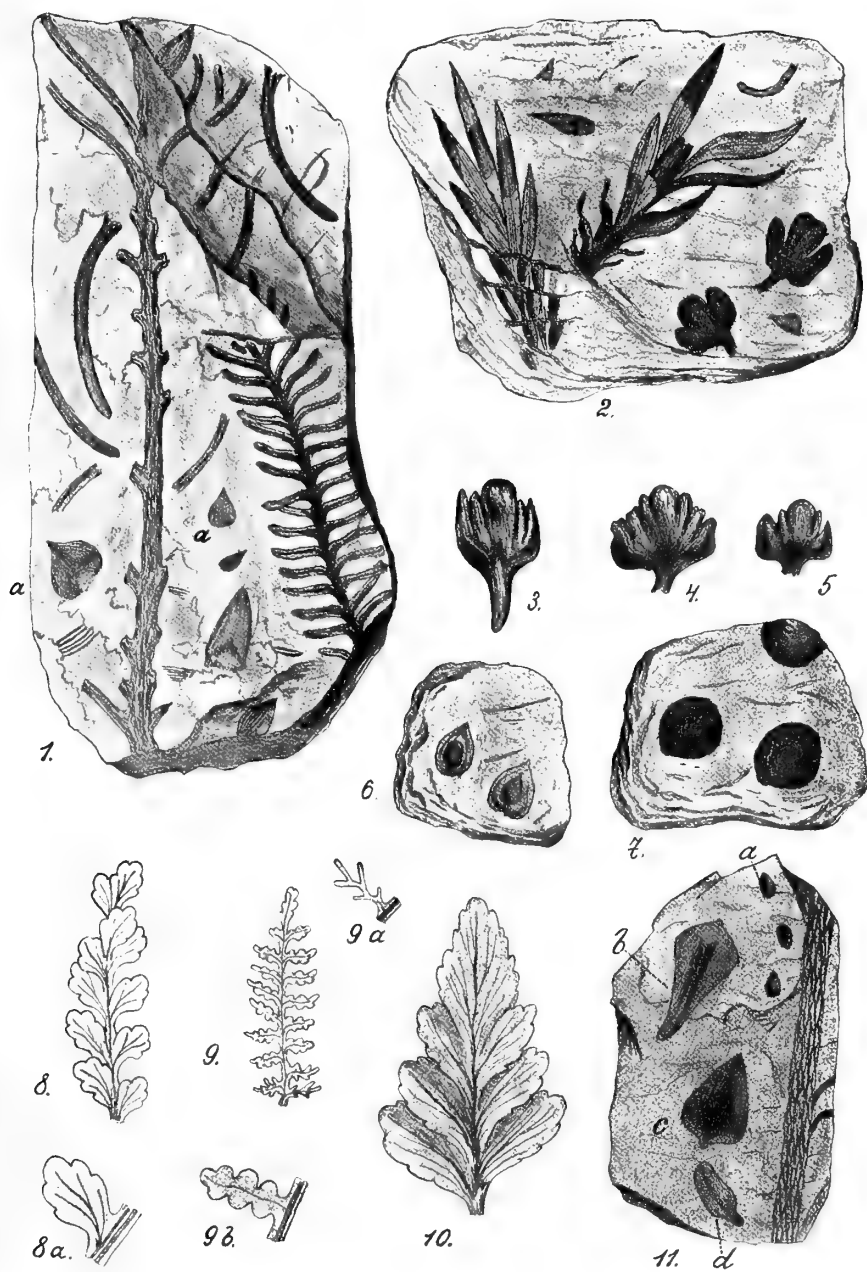
TAFEL XLVIII.

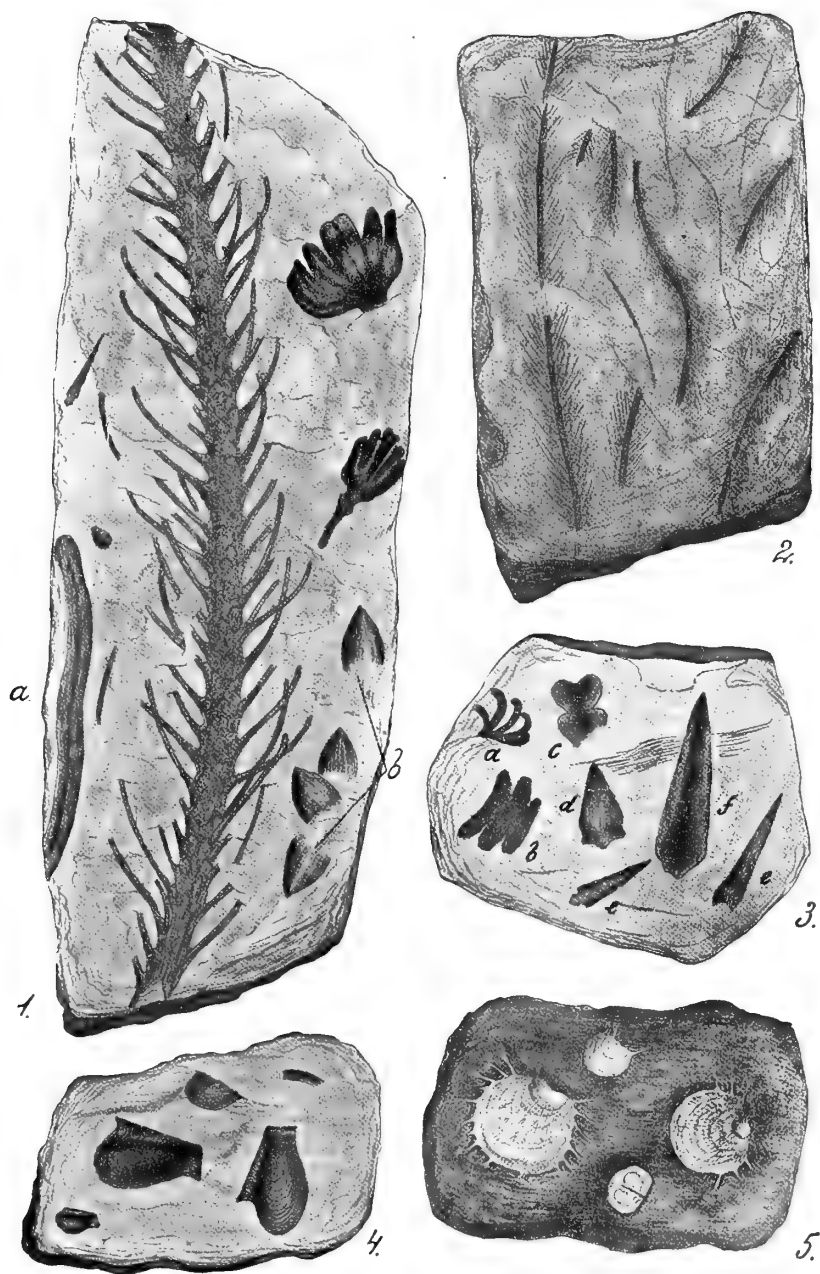
- Fig. 1. *Voltzia Liebeana* Geinitz. Links ein Zweigfragment mit langen Blättern, rechts mit kurzen Blättern.
 Fig. 1a. Näher unbestimmte Reste von Koniferen.
 Fig. 2. *V. hexagona* Bisehoff. Zwei Laubsprosse, daneben zwei Fruchtschuppen.
 Fig. 3, 4, 5. *V. Liebeana* Geinitz. Fruchtschuppen.
 Fig. 6. *Carpolithes Klockeanus* Heer.
 Fig. 7. *C. Eiselianus* Gein.
 Fig. 8. *Sphenopteris* sp. A. Bruchstück eines doppelt-fiederspaltigen Blattes.
 Fig. 8a. Einzelnes Blättchen, zweimal vergrößert.
 Fig. 9. *Sphenopteris* sp. B. Bruchstück eines doppelt-fiederspaltigen Blattes.
 Fig. 9a. Fiederchen ($\times 2$) von der Basis einer Fieder vorletzter Ordnung.
 Fig. 9b. Fiederchen von der Mitte einer Fieder vorletzter Ordnung ($\times 2$).
 Fig. 10. *Sphenopteris* sp. C. Bruchstück eines Blattes.
 Fig. 11. Bruchstück eines Zweiges von *Voltzia* mit Blattnarben.
 Fig. 11a. Samen, wahrscheinlich von *Voltzia*.
 Fig. 11b, c, d. Fragmente näher unbestimmter Koniferen.

TAFEL XLIX.

- Fig. 1. Beblätterter Zweig von *Voltzia Liebeana* Gein., rechts oben 2 Fruchtschuppen derselben Art.
 Fig. 1a. Näher unbestimmtes Bruchstück einer Pflanze.
 Fig. 1b. Fruchtschuppen von *Ullmannia frumentaria*.
 Fig. 2. Nicht näher bestimmte Reste von Pflanzen.
 Fig. 3a, b, c. Reste von Pflanzen, wahrscheinlich von Farnen.
 Fig. 3d, e, f. Reste von Koniferen, vielleicht Blätter von *Ullmannia frumentaria*.
 Fig. 4. *Gervillea (Bakewellia) ceratophaga* Schloth.
 Fig. 5. *Strophalosia Morrissiana* King; in der Mitte junge Individuen.
-







Prądy czynnościowe w nerwach i ich zależność od temperatury. — Die Aktionsströme der Nerven und ihre Beziehungen zur Temperatur.

Note

de M. **N. CYBULSKI** m. t.,

présentée dans la séance du 7 Juillet 1913.

Die Ergebnisse, welche bei der Anwendung des Einthoven'schen Galvanometers zur Untersuchung der Aktionsströme der Muskeln erzielt worden sind, haben selbstverständlich zu der Vermutung geführt, daß dieser Apparat mit gleichem Erfolg zur Untersuchung der elektrischen Erscheinungen am Nerven anzuwenden wäre. Die überaus große Anzahl der bereits von verschiedenen Autoren publizierten Arbeiten über die Ströme in den Muskeln und am Herzen und die bis jetzt noch äußerst spärlichen Versuche (z. B. von Cremer und einzelnen anderen Verfassern), dieselbe Methodik auf die Nervenuntersuchung anzuwenden, sprechen dafür, daß hier tatsächlich nur schwer zu überwindende Hindernisse bestehen müssen, welche den Experimenten an Nerven im Wege stehen. Die von mir bereits an den Nerven angestellten Versuche haben mir nun in der Tat gezeigt, daß die erste Schwierigkeit die überaus kurze Dauer der Aktionsströme im Nerven bildet. Infolge der früher von mir beschriebenen Beschaffenheit des Einthoven'schen Galvanometers gehen die Fadenausschläge bei empfindlicher Einstellung des Apparates so langsam vor sich, daß der Strom nicht deutlich genug verzeichnet wird, indem die Ausschläge so gering werden, daß sie weder zur Bestimmung der Stromstärke noch zu irgend welcher halbwegs präzisen Analyse der Kurven verwendet werden können. Um die kurzdauernden Aktionsströme des Nerven zum Nachweis zu bringen, müßte man einen Faden von größerer

Spannung als zur Muskeluntersuchung anwenden; dadurch wird aber die Empfindlichkeit des Galvanometers so stark herabgesetzt, daß selbst bei einer 500—900-fachen Vergrößerung die Ausschläge noch immer verhältnismäßig gering bleiben. Infolgedessen müßte man auf dem Wege von Versuchen und Proben, geradezu im dunkeln tappend, diejenige Spannung des Fadens ausfindig machen, bei welcher einerseits die Schwingungen schnell genug vor sich gehen, um bei der kurzen Dauer der Ströme im Nerven einen ausreichenden Ausschlag zu erzielen, und anderseits die Empfindlichkeit des Galvanometers stark genug ist, damit die Fadenausschläge eine die Analyse der erhaltenen Kurve zulassende Größe erreichen.

An meinem Galvanometer habe ich diejenige Aufstellung am vorteilhaftesten gefunden, bei welcher die Empfindlichkeit unter Anwendung des Zeiss'schen Okulars II (Vergrößerung 480-fach) $18 \cdot 10^{-9}$ betrug (Widerstand des Fadens = 7500). Bei dieser Empfindlichkeit konnte man bei der Erregung von Kaninchen- und Hundennerven sowohl durch Einzelreize wie bei Tetanisierung des Muskels ohne weiteres beträchtliche Ausschläge erhalten. Die einzelnen Nerven des Frosches gaben aber selbst bei der proximalen Ableitung so schwache Ausschläge, daß die Kurven zur exakten Analyse ganz ungeeignet waren. Erst 4 oder 6 Nerven, demselben Elektrodenpaar parallel aufgelegt, vermochten eine gute Kurve zu geben, so daß es klar wurde, daß die zweite der Anwendung des Einthoven'schen Galvanometers erwachsende Schwierigkeit in dem großen Widerstand im Nerven selbst liegt. Indem ich es mir vorbehalte, in einer später zu erscheinenden Publikation ausführlich über die Anordnung der Experimente sowie über die Versuche selbst zu berichten, möchte ich an dieser Stelle nur ganz kurz die an den Nerven der genannten Tiere erzielten Ergebnisse mitteilen. Der Nerv war selbstverständlich an unpolarisierbaren Elektroden von einer besonderen Gestaltung angelegt, um sowohl die Durchtränkung mit Zinksulfat als die Eintrocknung zu verhüten. Zur Reizung dienten gleichfalls unpolarisierbare Elektroden, mit einem Induktionsapparat verbunden. Die Distanz zwischen den Ableitungs- und den Reizungselektroden betrug 15—30 mm und sogar noch mehr, der Abstand der beiden Ableitungselektroden voneinander 10—15 mm. Es wurde entweder vom Querschnitt und von der Oberfläche oder aber von zwei Stellen derselben in einer Entfer-

nung von 5—15 mm vom Nervenende abgeleitet. Zur Reizung diente vorwiegend der Öffnungsstrom; zur Kontrolle wurde er in zahlreichen Versuchen gewendet.

Schon die ersten Versuche zeigten, daß eine weitere sehr unangenehme Schwierigkeit bei diesen Experimenten elektrotonische Ströme bilden, welche durch den Induktionsstrom selbst bei großer Entfernung der Reizungselektroden, namentlich an Froshnerven, erzeugt werden. Folglich durfte man bei diesen Experimenten nur relativ schwache Ströme zur Reizung anwenden und wirklich jedesmal durch Stromwendung kontrollieren, ob der Ausschlag durch den elektrotonischen oder durch den Aktionsstrom bedingt ist. Hatte nämlich der Induktionsstrom dieselbe Richtung wie der Aktionsstrom, dann summierten sie sich und erzeugten einen ziemlich beträchtlichen Gesamtausschlag. War aber die Richtung der beiden Ströme entgegengesetzt, dann kam zunächst zur Geltung die Wirkung des Induktionsstromes, und erst dann stellte sich der durch den Aktionsstrom bedingte Ausschlag ein, und zwar nach der entgegengesetzten Richtung.

In denjenigen Versuchen, wo der Reizungsstrom keine elektrotonischen Ströme erzeugte, wiesen sämtliche Kurven der Nervenaktionsströme nur eine Phase, und zwar die erste auf, welche das Bestehen eines Stromes in der Richtung der Fortpflanzung des Erregungszustandes besagte. Obwohl gewisse Forscher, und zwar besonders Cremer, auch die zweite Phase am Olfactorius beobachtet haben wollen, sehe ich mich dennoch einerseits infolge des Fehlens dieser Phase in allen meinen Versuchen sowohl bei der Ableitung vom Nervenende wie von dessen Oberfläche, anderseits infolge des scheinbaren Vorhandenseins dieser Phase bei Reizung mit etwas stärkeren Strömen, welche die Entstehung von elektrotonischen Strömen verursachen, zu der Annahme veranlaßt, daß in solchen Fällen ein gewisses Versehen mit im Spiel ist, da die Autoren nicht angeben, ob sie die Richtung des Reizungsstromes kommutiert haben. Höchstwahrscheinlich werden die seinerzeit von Hermann und seinen Schülern mittelst des Differentialrheotoms nachgewiesenen zweiphasischen Ströme demselben Umstand ihren Ursprung verdanken. Die Kurve des Aktionsstromes entspricht im allgemeinen der ersten Phase der Muskelkurve und unterscheidet sich von ihr nur durch die bedeutend kürzere Dauer.

Wenn wir berücksichtigen, daß der Ausschlag des Fadens mit dem Moment beginnt, wo der Strom entsteht, und dann aufhört, wenn der Strom verschwindet oder abzunehmen beginnt, dann dürfen wir den Anfang des Ausschlages des Fadens und das Ende desselben als das Maß der Zeit betrachten, welche der Strom in dem betreffenden Nervenabschnitt dauert. Genaue Messungen ergaben, daß diese Zeit bis zu einem gewissen Grade von der Entfernung zwischen den Ableitungselektroden abhängig ist; sie beträgt aber selbst bei den kleinsten Entfernungen bei Zimmertemperatur mindestens $0.0025''$ und vermag mit dem Auseinanderrücken der Ableitungselektroden, z. B. bis zur Distanz von 25 mm voneinander bis höchstens $0.0035''$ zu steigen.

Aus dieser Zeitdauer ist es ersichtlich, daß der den Erregungszustand des Nerven begleitende Strom keineswegs mit der Fortpflanzung des Erregungszustandes erlischt; wenn wir nämlich annehmen, daß die Dauer des Stromes $0.0030''$ auf 1 cm Strecke beträgt, dann hätten wir die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Erregungszustandes gleich kaum 3 m anstatt 25—30 m. Wir finden damit eine Analogie mit den Muskeln, indem wir feststellen, daß der Erregungszustand, der sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit entlang des Nerven fortpflanzt, derartige Veränderungen hinterläßt, welche nicht nur die Entstehung eines elektrischen Stromes bedingen, sondern auch seine Dauer während einer bestimmten Zeit beeinflussen. Aus diesem Grunde dürfen wir bereits schließen, daß die Entstehungsursache des Stromes während des Erregungszustandes im Nerven ebenfalls Diffusionsvorgänge bilden müssen, welche durch im Nerven sich abspielende chemische Prozesse bedingt sind und infolge von Konzentrationsdifferenzen so zu sagen in voneinander getrennten Kammern entstehen, genau dem entsprechend, was wir an Muskeln kennen gelernt haben.

Eine unmittelbare Folge dieser Annahme muß die Abhängigkeit der Zeit von der Temperatur bilden. Es hat nun tatsächlich die Untersuchung des Nerven bei verschiedenen Temperaturen diese Abhängigkeit außerordentlich deutlich zum Ausdruck gebracht. Als Beispiel möchte ich aus einer Reihe von Experimenten das folgende an 5 Froschnerven angestellte anführen:

	Temperatur	Zeit (Stromdauer)
1.	28°	0·0030''
2.	15°	0·0034''
3.	10°	0·0040''
4.	7°	0·0047''
5.	5°	0·0052''

Diese überaus deutliche Abhängigkeit von der Temperatur, welche sich mit gleicher Klarheit in allen Experimenten wiederholte, legte die Vermutung nahe, daß der Erregungszustand des Nerven mit einem chemischen Prozeß, mit einer chemischen Reaktion im Zusammenhange stehen muß. Es war somit von Interesse zu prüfen, inwiefern sich diese durch die Temperatur bedingten Unterschiede durch die bekannte Gleichung der Wirkung der Temperatur auf die Geschwindigkeit der chemischen Reaktion ausdrücken lassen werden:

$$\frac{k_1}{k_0} = e^{\frac{\mu}{R} \cdot \frac{T_1 - T_0}{T_1 T_0}}$$

Wenn wir annehmen, daß die Konstanten der Reaktionsgeschwindigkeit k_1 und k_0 den gefundenen Zeitwerten reziprok sind, und wenn R die Gaskonstante ist, dann können wir die für die chemische Reaktion charakteristische Konstante μ bestimmen.

Die genannte Konstante wurde in dem angeführten Versuch aus den Kurven 1 und 5 bestimmt und ergab 4100.

Wenn wir nun die Konstante $\mu = 4100$ festsetzen, dann können wir die Stromdauer der Kurven 2, 3 und 4 berechnen, und zwar mit folgendem Ergebnis.

	T°	Berechnet	Beobachtet
2)	15°	0·0036''	0·0034''
3)	10°	0·0043''	0·0040''
4)	7°	0·0049''	0·0047''

Derselbe Wert von μ ist angewendet worden zur Bestimmung der Dauer des Ausschlages in einem anderen an 6 Froschnerven angestellten Versuch und ergab folgende Werte:

	T°	Berechnet	Beobachtet
1)	19°	0·0032''	0·00308''
2)	14°	0·0034''	0·0038''
3)	10°	0·0040''	0·0044''
4)	7°	0·0050''	0·0051''

Die außerordentliche Übereinstimmung der Ergebnisse der Beobachtung mit den berechneten Werten nicht nur im erstgenannten, sondern auch in einer Reihe von anderen, selbst an Nerven von anderen Fröschen in analoger Weise angestellten Versuchen (wie in dem zweiten angeführten Experiment) kann zweifelsohne als Nachweis gelten, daß die Leitung der Erregung im Nerven tatsächlich durch chemische Vorgänge bedingt ist, was andererseits die Theorie der Aktionsströme im Muskel bestätigt und darauf hinweist, daß die Anwendung von genauen und exakten Messungen bei der Untersuchung von physiologischen Prozessen sie ebenso quantitativ aufzufassen und zu deuten gestattet, wie die physikalischen und chemischen Erscheinungen.

Die Möglichkeit, durch eine physiko-chemische Formel den Vorgang der Leitung des Erregungszustandes im Nerven auszudrücken, muß jedenfalls als bis heute der erste und einzige Nachweis betrachtet werden, daß dieser Vorgang weder ein elektrischer Prozeß noch irgend eine andere molekulare Bewegung ist und gar nichts zu schaffen hat mit einer kondensatorenähnlichen Lagerung der Molekeln, wie das von Hermann seinerzeit angenommen wurde.

*Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XXIX. —
Revue critique de la flore de Galicie. XXIX^e partie.*

Note

de M. **HUGO ZAPŁOWICZ** m. c.

présentée dans la séance du 7 Juillet 1913.

L'auteur décrit dans cette partie le reste des espèces des *Cruciferae*. Comme espèces nouvelles sont à mentionner les espèces suivantes:

Thlapsi tatrense m. Viride, glabrum, 25—41 cm altum, uni vel pluricaule, basi caudiculos stoloniformes agens, caulis erectus simplex; folia carnosula integra rarius caulina nonnulla paucidenticulata. folia basalia rosulata elliptica vel ovalia acuta vel obtusa petiolata spathulata in petiolum quam lamina brevior subsensim vel subabrupte angustata, folia caulina basalibus minora remota rarius densiuscule approximata triangulari oblonga acuta basi cordato sagittata sessilia amplexicaulia auriculis obtusis vel acutiusculis; racemus fructifer elongatus 17—27 cm longus densus; flores tantum in exemplis e Łuczywna praesentes. sepala tenuia apice plus vel minus violaceo purpureo suffusa albo membranaceo marginata 1.8—1.9 mm longa fere aequalia 0.8—0.9 mm lata elliptica vel ovalia; petala alba nonnulla per partes violaceo purpureo tincta 2.7 (2.5)—3 mm longa 0.6—0.8 mm lata lamina anguste obovato cuneata vel oblonga in unguem subsensim angustata, stamina petala paulo superantia vel aequantia, antherae ovaes 0.5 mm longae atro violaceae; siliculae obovato cuneatae triangulares 7—9 mm longae superne 3.5—4.5 mm latae superne latiuscule alatae profunde emarginatae: sinu valde aperto. ala apice 1—1.5 mm lata lobi emarginaturae obtusi, stylus 0.5—1 mm longus quam ala brevior vel

eam subaequans, pedicelli 2·5—6·5 mm in exemplis altioribus infimi ad 10 mm longi horizontaliter patentes, semina in loculo quoque 4—5 ovalia vel ovata rufa laevia (sub lente obsolete striata) 1·3—1·5 mm vel (Łuczywna) ad 1·8 mm longa.

In Tatris: Krywań 1585 m (Kotula, Janota).

for. laxiusculum: exempla 25—30 cm alta, racemus fructifer brevior 7—8·5 cm longus laxiusculus.

Sub Tatris in Comit. scepusiensi: Łuczywna circ. 770 m (Kalehbrenner).

A *T. silvestri* Jord. sec. Hayek (Fl. von Steierm. I p. 541) et exempla e Stockholm statura robustiore, colore viridi, foliis basalibus brevius petiolatis caulinis fere triangularibus ad summam angustioribus, floribus minoribus, petalis angustissimis, siliculis angustioribus triangularibus angustius alatis, stylo brevior et racemo in forma typica valde elongato optime diversum.

T. alpestre L. = *T. brachypetalum* Jord. (vide Rouy et Foucaud Fl. de France II p. 147) sec. descriptionem ipsius Linnaei gaudet „*siliculis obcordatis*, foliis dentatis, caulinis amplexicaulibus, *petalis longitudine calycis*, caule simpliciter“ et in Systema ed. 13 „*corolla perexigua*“.

Thlapsi trojagense m. Planta 14—38 cm alta, glabra, glauca ac plus minusve pruinosa, uni saepius pluricaulis, basi caudiculos stoloniformes producens, caulis erectus semper simplex saepe aequae ac siliculae violaceo rubicundus; folia carnosula basalia ac caudiculorum stoloniformium obovata obtusa vel elliptica et acutiuscula integra vel repanda breviter petiolata spatulata in petiolum quam lamina brevior sub sensim angustata, caulina foliis basalibus aequilonga vel breviora remota internodiis duplo vel triplo breviora 0·6—1·6 cm longa rarius in exemplis altissimis inferiora ad 2·2—2·4 cm longa ovata minore ex parte ovali oblonga integra acutiuscula vel obtusiuscula basi breviter cordato sagittata sessilia amplexicaulia auriculis obtusis vel partim acutis infima plerumque basi truncata; in exemplis maturis numerosis racemus densiusculus paulo elongatus 2 (1·5)—5·5 cm longus; exempla florentia e Kraczuńskie, flores (caule primario laeso) in caulibus lateralibus evoluti, sepala tenuia albo membranaceo marginata 1·5—1·6 mm longa 0·8—1 mm lata subaequalia ovalia vel ovata; petala alba 3 mm longa 1—1·1 mm lata lamina oblongo cuneata in unguem sub sensim angustata, antherae flavae 0·3—0·4 mm longae; siliculae ob-

longo cuneatae triangulares superne fere latiuscule alatae 5—9·5 mm longae superne 2·2—3·5 mm latae profunde et late emarginatae, ala apice 0·5—1 mm lata, sinus emarginaturae ad summam angulo aperto respondens vel in exemplis e Kraczunieska partim semiorbicularis, lobi emarginaturae obtusiusculi vel obtusi, valvulae reticulato venulosae, stylus 0·5—1 mm longus emarginatura brevior vel eam aequans, pedicelli crassiusculi firmi siliculis breviores 1·5—4 mm vel infimi summum 5 mm longi horizontaliter patentes rarius partim reflexi, semina in loculo quoque 3—4 ovata vel ovalia 1·2—1·5 mm longa rufa subtiliter vel obsolete rugulosa.

In Montibus Trojagensibus solo andesitico: Trojaga in iugo meridionali Stanalui Verticu 1475—1880 m frequens, in iugo orientali 1835—1840 m, Mirage 1550 m, Lunca ciasa in latere meridionali 1645 m, Secului 1807 m; de cetero rarum: in valle Bucuiescu Alpium Rodnensium sub Piatra alba solo calcareo circ. 1750 m, in valle Kraczunieska Montium Swidoviensium sub iugo meridionali montis Tatulska solo arenaceo 1650 m (Zapałowicz).

for. abbreviatum: humilior. 12 cm altum, unicaule, racemus pauciflorus brevissimus 1·2 cm longus.

Stanalui Verticu (Zapałowicz).

A proximo *T.* affini Schott et Kotschy caule semper simplici, foliis basalibus maioribus ad summam angustioribus et brevius petiolatis, foliis caulinis remotis ad summam brevioribus latioribusque basi brevius cordatis infimis plerumque truncatis, racemo brevioris densiore, siliculis angustioribus longioribusque latius alatis et manifeste emarginatis, stylo pedicellisque brevioribus etc et floribus evidenter multo minoribus optime distinctum.

Habitu magis *T. montanum* L. in mentem revocans, quod floribus maioribus, siliculis subrotundo obcordatis etc valde differt.

Exemplum maturum e Sirna Alpium Fogarasiensium in herb. leopol. asservatum, a Schur lectum sed non denominatum, a Simonkai (in herb.) *T. dacico* Heuff. adnumeratum, 26 cm altum, unicaule, foliis omnibus carnosulis, basalibus obovatis vel ellipticis in petiolum brevioris subsensim angustatis, caulinis minoribus brevius cordatis etc, racemo denso 4·5 cm longo, siliculis triangularibus ad 7 mm longis apice ala ad 1 mm lata cinctis profunde et late emarginatis, breviter pedicellatis, stylo quam emarginatura brevioris etc nostrae speciei subiungendum est. *T. dacicum* Heuff. caudiculis abbreviatis, racemis umbelliformibus, petalis magnis etc maxime re-

cedit; proximum de cetero est *T. rotundifolio* Gaud. ac *T. cepeae-folio* Koch.

Bunias dubia m. Exempla herbarii duo deflorescentia in vicinis Leopoli lecta (praeterea exemplum e Transsilvania a Schur lectum in herbario Universitatis leopoliensis asservatum). Planta 45—55 cm alta, radix annua monocephala, caulis erectus a medio vel inferius longiramosus glanduloso tuberculatus de cetero glaber; folia manifeste tenuia partim pilis sparsis simplicibus in margine foliorum saepius furcatis praeterea glandulis adspersa, partim folia glabra, basalia breviter petiolata rosulata aequae ac proxima caulina maiore ex parte lyrato pinnatipartita segmentis inaequaliter sinuato dentatis vel denticulatis lateralibus brevibus late triangularibus horizontaliter patentibus terminali manifeste maiore ovali pro parte folia basalia in eisdem exemplis indivisa oblongo cuneata vel obovato spathulata sinuato dentata vel plus minus integra, folia caulina media aequae ac reliqua sessilia oblonga inaequaliter remote sinuato dentata suprema lineari lanceolata remote denticulata ultima integra; racemi valde laxi, sepala glabra membranaceo marginata suberecta 3·8—4 mm longa 1·8—2 mm lata subaequalia: anteriora ovato oblonga lateralia plus vel minus concava ovalia; petala citrina 9—10 mm longa 4 mm lata emarginata lamina obcordato cuneata in unguem manifestum subsensim angustata, antherae 1·5 mm longae; siliculae adhuc iuvenes quadriloculares: loculis monospermis obsolete tetragonae apterae fere dense glandulosae, una silicula maturescens distincte ovoidea 3 mm longa (in exemplo transsilvanico silicula matura 4 mm longa), siliculae in stylum elongatum subulatum 4 mm longum acuminatae, pedicelli inferiores ad 40 mm longi.

In vicinis Leopoli loco Pohulanka dicto mense Julio 1864 a Rehman lecta et *B. erucagini* L. subiuncta.

In Transsilvania: prope Nagy Szeben (Hermannstadt) „Veszten versus“ a Schur lecta et *B. erucago* L. „var. foliis lyratis“ (herb.) denominata.

A *B. erucagine* L. et *B. arvensi* Jord. Galliae meridionalis incola foliis ut videtur tenuibus basalibus partim indivisis, pedicellis longissimis, siliculis manifeste minoribus, stylo pro portione longiore, a *B. erucagine* praeterea siliculis obsolete tetragonis apteris, a *B. arvensi* statione valde orientali diversa.

B. arvensis Jord. sec. auctorem (Diagn. p. 343) gaudet praeterea: caule „breviter hispido“, foliis caulinis angustioribus „lineari lan-

ceolatis subdentatis“, siliculis „subelliptico ovatis utrinque paulo attenuatis“ etc.

Isatis Kamienskii m. Exemplum duo, alterum incompletum; planta glauca, 75 cm alta et certe ultra, caulis erectus validus in parte inferiore angulatus superne ramosus inferne dense pilosus; folia basalia deiecta, caulina inferiora dilapsa sed evidenter petiolata exauriculata, proxima et cetera sessilia media oblonga superiora oblongo lanceolata vel lanceolata basi auriculis latis obtusis sagittata suprema exauriculata margine et subtus sparse pilosa; flores parvi, sepala 1·7 mm longa 0·8—0·9 mm lata subaequalia: anteriora ovalia apice cucullata lateralia elliptica concava; petala flava 2—2·3 mm longa 0·8—1 mm lata obovato cuneata, antherae 0·5—0·7 mm longae; siliculae glabrae 10—11·5 mm longae superne 3·5—4 mm latae oblongo subcuneatae basim versus paulo convexae sensim angustatae apice rotundatae integrae ipsa basi obtusae in pedicellis filiformibus apice incrassatis circ. 6 mm longis pendulae stramineae (perfecte maturae nigricantes?), locusculus triugus: nervis lateralibus e sulco obsoleto emergentibus loculum circumcirca cingentibus minore ex parte nervis lateralibus obsoletis, semina 2·5—2·7 mm longa lineari oblonga.

Cetera ut in *I. tinctoria* L., a qua caule inferne dense piloso, foliis latoribus caulinis infimis petiolatis exauriculatis ceteris late et brevius sagittatis summis exauriculatis, floribus manifeste minoribus, siliculis brevioribus latoribusque apice rotundatis basi obtusis et loculi nervis lateralibus minore ex parte obsoletis optime distinguitur.

In „declivibus saxosis ad Hypanim prope Nikolajew“ a J. Paczoski 20. VI 1908 lecta et *I. tinctoriae* var. vulgari Koch subiuncta.

I. taurica Besser (Enum. pl. Volh. p. 82), non Marsch. Bieb. („planta glaberrima, siliculis lineari cuneatis“ etc) ex eadem ditione „ad Hypanim“ indicata evidenter huc pertinet.

Foliis caulinis late et brevius sagittatis subsequentem *I. Ciesielskii* m. et *I. littoralem* Stev. (apud DC.) in mentem revocat.

Defuncto Dri Francisco Kamiński, professori Universitatis Odessae etc.

Isatis Ciesielskii m. Exemplum plura maiore ex parte incompleta, florentia et matura; planta evidenter elata: exemplum minimum 52 cm altum, biennis (vel perennis?), glauca, exceptis petiolis foliorum basialium (deiectorum) plus minus pilosis glabra vel fere gla-

bra; folia basalia deiecta, caulina inferiora oblonga superiora lanceolata integra sessilia basi late sagittata: auriculis plerumque obtusis suprema exauriculata; racemi fructiferi densi paniculam corymbiformem componentes; sepala 2—2·3 mm longa subaequalia, anteriora 1—1·1 mm lata oblonga vel ovalia lateralialia 1 mm lata elliptica concava; petala flava 3—3·2 mm longa 1·2—1·3 mm lata obovato cuneata in unguem brevem subsensim angustata rarius ut videtur oblongo cuneata 1 mm lata; siliculae in loculo tomentellae partim postea glabrescentes oblongo cuneatae 15—19 mm longae superne 4·5—5·5 mm latae apice rotundatae plerumque leviter emarginatae basim versus sensim angustatae ipsa basi rotundato obtusae in pedicellis filiformibus apice manifeste incrassatis circ. 7—10 mm longis denique pendulae et nigricantes, loculus obsolete triiugus: nervis lateralibus tenuissimis superne plerumque evanescentibus nervo intermedio valido a lateralibus utrinque sulco profundo disiuncto, sulco marginali nullo vel passim obsoleto, semina oblonga 3—3·5 mm longa.

In Galicia orient. australi: Babinice distr. Borszczów „in declivibus Tyrae“ a Lenz lecta et *I. tinctoriae* L. supposita.

Ab *I. tinctoria* L. et affnibus foliis latioribus caulinis late et brevius sagittatis summis exauriculatis, floribus paulo maioribus, siliculis maioribus utrinque rotundatis apice plerumque emarginatis in loculo tomentellis, loculo subtriiugo nervo intermedio a nervis lateralibus tenuissimis utrinque sulco manifesto disiuncto et seminibus maioribus valde diversa.

Foliis caulinis late et brevius sagittatis *I. littoralem* Stev. (apud DC.) in mentem revocat, quae tamen sec. Boissier (Fl. orient. I p. 381) „siliculis apice truncatis retusis, loculo valde prominenti ab ala sulco profundo utrinque seiuncto“, sulcis intermediis vero nullis etc valde recedit.

Ab antecedenti *I. Kamienskii* m. floribus siliquisque maioribus etc et loculi forma distinctissima.

Dri Theophilo Ciesielski, Universitatis leopoliensis professori etc.

*Szczątki jelenia: Dicrocerus z Ziemi Polskich. -- Über ein
Dicrocerus-Geweih aus Polen.*

Mémoire

de M. E. KIERNIK,

présenté, dans la séance du 7 Juillet 1913, par M. H. Hoyer m. c.

(Planche L).

Die Reste von tertiären Säugetieren gehören in Polen zu außerordentlichen Seltenheiten und deshalb sind alle Funde, welche aus diesem Lande stammen, umso wichtiger und kostbarer, da sie die empfindliche Lücke zwischen den Formen von West- und Ost-Europa ausfüllen und eventuell den Zusammenhang zwischen ihnen erklären oder wenigstens nachweisen können. Die Reste sind aber, wie gesagt, sehr selten und ich kenne im ganzen nur einzelne Stücke, die aber meiner Meinung nach umso mehr der Bearbeitung wert sind. Da das Material von tertiären Säugern, welches ich besitze, verschiedenen Tiergruppen angehört und aus verschiedenen Gegenden stammt, empfiehlt es sich, dasselbe einzeln nach systematischen Gesichtspunkten und nicht zusammenfassend zu betrachten.

Im beginne mit der Beschreibung eines im gräfl. Dzieduszycki'schen Museum in Lemberg aufbewahrten Geweihes eines tertiären Hirsches. Der verstorbene Graf Włodzimierz Dzieduszycki, der Gründer des genannten Museums, hat das Stück mit der folgenden eigenhändig niedergeschriebenen Notiz versehen: „Gefunden unter einem Baume zwischen Steinen auf dem Pisany-Kamień-Berge, an dem Flusse Czarny Czeremosz im Bezirk Kosów. Wurde gefunden vom Prof. Suchewicz im August 1889. Es war vollkommen erhalten, wurde dann aber zufälligerweise gebrochen“. Die gebrochenen Stücke wurden sogleich zusammengeleimt, so daß das Geweih, wie

das übrigens aus der Photographie zu ersehen ist, außer den kleinen und bedeutungslosen Beschädigungen an den Spitzen beider Zacken sonst vollständig wiederhergestellt und so gut erhalten ist, daß die Bestimmung der Gattung keine Schwierigkeiten bereitet.

Das Geweih besteht aus zwei kurzen Zacken, welche auf einer ebenfalls kurzen unpaaren Basis aufgesetzt sind. Diese ist von einer im allgemeinen gut und stark entwickelten Rose von ovalem Umriß umgeben, welche auf der vorderen, inneren und hinteren Seite viel stärker als an der äußeren Seite ausgebildet ist. Die Rose besteht aus einer einfachen Reihe in einer Ebene gelagerter Perlen, welche an den drei zuerst genannten Seiten gesondert, an der äußeren Seite dagegen in einen einheitlichen, ziemlich stark sich abhebenden und gefalteten Knochensaum vereinigt sind. Längs der Innenseite des Geweihes verlaufen unmittelbar von der Rose aufwärts schmale und tiefe Furchen, welche an der gemeinsamen Geweihstange tiefer, weiter oben ganz flach sind. Die Furchen sind etwas unregelmäßig gelagert, aber immer so, daß der Anfang jeder Furche zwischen zwei Perlen liegt. Infolge einer solchen Ausbildung der Furchen erscheint der untere Teil der Innenseite des Geweihes stärker gefurcht als der obere, welcher verhältnismäßig viel glatter, jedenfalls aber nicht so glatt ist wie die äußere Seite. Diese ist nämlich fast ganz glatt und nur an dem gemeinsamen Stamme oberhalb der Rose sind die Furchen besser ausgeprägt als an den Zinken derselben Seite. Von allen diesen Furchen zeichnen sich besonders zwei aus: die eine verläuft vorn an der Innenseite, die andere an der hinteren Seite des Geweihes. Sie sind von allen am breitesten und am längsten. Die erste ist schmaler und kürzer als die zweite. Sie besitzt 5 mm größte Breite und 77·5 mm Höhe (mit dem Zirkel gemessen). Oberhalb der angegebenen Höhe ist sie schon ganz schmal und verliert sich endlich vollkommen. Die andere Furche, die an der Hinterseite des zweiten Sprosses liegt, ist viel breiter, sie nimmt in der Mitte die ganze Breite der Stange ein, mißt unmittelbar oberhalb der Rose 10 mm, in der Mitte 12 mm in der Breite und ist etwa 80 mm hoch. Sie ist unten am tiefsten, wird dann immer flacher und verliert sich schließlich ganz, indem sie allmählich in die ganz glatte Spitze übergeht. Während aber die vordere Furche den Umriß der Vorderstange im allgemeinen nicht beeinflußt, verleiht die hintere dem hinteren oder dem Hauptsprosse eine abweichende Form, in-

dem er nicht wie der vordere Sproß zackig-ovalen, sondern plan-konvexen Querschnitt besitzt, also etwa dem umgekehrt gestellten Buchstaben D (D) entspricht. Weiter oben, oberhalb dieser Furche hat der Sproß ovalen Querschnitt, mit einer schärferen vorderen Kante und einer mehr abgerundeten hinteren.

Wie gesagt, besitzt die Rose einen ovalen Umriß, wobei ihre längere Achse 42·5 mm, ihre kürzere 34 mm beträgt. An der Unterseite der Rose sieht man sehr gut die Stelle, mit welcher sie und zugleich das ganze Geweih dem Rosenstock aufsitzt. Der Umriß dieser Stelle ist eher rund als oval. Dieser und die ganz glatte Oberfläche dieses Rosenstockfeldes, an welchem sich keine Spur des Rosenstockes nachweisen läßt, beweisen, daß das Geweih normalerweise, wie es bei den rezenten Hirschen gewöhnlich geschieht, abgeworfen und nicht zufällig im Kampfe oder nach dem Tode des Tieres abgebrochen wurde. Dies ist aus dem Grunde wichtig, da man der Ansicht war, wie wir es noch später erwähnen werden, daß dieser tertiäre Hirsch sein Geweih nicht oder wenigstens nur sehr selten wechselte. Die beiliegende Photographie (Taf. L, Fig. 3) stellt uns sowohl das Bild der Rose und ihres Umrisses wie das des Rosenstockfeldes dar und überzeugt uns, daß das Geweih tatsächlich abgeworfen wurde, da die entsprechende Stelle in keiner Weise von der eines abgeworfenen Geweihes eines rezenten Hirsches verschieden ist.

Die Ebene der Rose steigt von der Innenseite gegen die Außenseite leicht auf, so daß bei senkrechter Aufstellung des Geweihes nur der innere Rand auf der Unterlage ruht, während der äußere fast 1 cm von der Unterlage absteht. Infolgedessen mußte das Geweih in seiner natürlichen Stellung an dem Kopfe des Tieres nach auswärts divergieren.

Oberhalb der Rose befindet sich der kurze gemeinsame Stamm des Geweihes, welcher an der Innenseite 47 mm und an der Außenseite ungefähr 40 mm hoch ist. Er ist mit den tiefsten Furchen bedeckt, hat einen länglich ovalen Querschnitt und an der Außenseite eine flache und breite Vertiefung, welche den Ursprung der beiden Zacken trennt (vgl. Taf. L, Fig. 1 und 2). Der Stamm teilt sich gabelförmig in zwei Sprosse, welche miteinander einen viel spitzeren Winkel als bei *Dicrocerus elegans* Lartet bilden. Sie sind genau hintereinander gestellt, so daß sie sich bei normaler Orientierung fast vollkommen decken. Der erste Zweig, der s. g. Augen-

sproß, ist kürzer, der zweite muß jedenfalls als die Verlängerung des Hauptstammes aufgefaßt und als Stangensproß gedeutet werden. Ich sage „jedenfalls“, denn eigentlich bildet keiner von beiden die genaue Verlängerung des Hauptstammes, sondern der Stamm teilt sich eben auch hier, wie bei *Prox furcatus* Hensel, in zwei Zweige, welche beide mit ihm einen Winkel bilden. Beide Sprosse sind nach innen gebogen, so daß die konvexe Seite des Geweihes die äußere, die konkave die innere ist, und da der kleinere Augensproß innen nach vorn gerichtet ist, so haben wir es in unserem Falle mit dem Geweih der rechten Seite zu tun. Das beweisen aber auch noch andere Merkmale, und zwar die Rose und ihre Perlen, welche an der Innen-, Vorder- und Hinterseite besser entwickelt sind als an der äußeren, und auch die ungleichmäßige Dicke der beiden Sprosse, von welchen der vordere, d. i. der Augensproß, wenigstens an unserem Exemplare, viel dünner als der Stangensproß ist.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß das ganze Geweih eine braune Farbe besitzt, als ob es ganz frisch wäre, und daß diese Farbe, wie man an den abgebrochenen Spitzen sieht, das Geweih gänzlich durchdringt. Das Geweih ist so vollkommen fossilisiert, daß es beim Anschlagen einen Klang, wie ein angeschlagener Feuerstein gibt. Was die Dimensionen anbelangt, so sind dieselben auf der folgenden Tabelle zusammen mit denjenigen, welche Hensel für *Prox furcatus*, *Dicrocerus elegans*, *Prox moschatus* und *P. vaginalis* in seiner Arbeit angibt, zusammengestellt. (S. Tab. I S. 453).

Aus dieser Beschreibung ergeben sich folgende Hauptresultate: 1) daß das Geweih einem tertiären Hirsch angehört (vollkommene Fossilisation), 2) daß das Geweih abgeworfen und nicht abgebrochen wurde und 3) daß es aus zwei gabelförmig auf kurzem Stamme aufgesetzten Sprossen besteht und mit einer Rose versehen ist.

Was nun den ersten Punkt anbelangt, so müssen wir gestehen, daß, trotzdem die Fundstelle des Geweihes bekannt ist, wir das geologische Alter der Schichten, in welchen sich das Geweih ursprünglich befand, nicht genau angeben können, da es, wie bereits gesagt, bereits zwischen Steinen gefunden wurde. Sein totaler Fossilisationszustand, aber auch sein Habitus beweist ganz sicher, daß es tertiär ist, und wenn wir dazu noch seine Gestalt und die systematische Zugehörigkeit in Betracht ziehen, so müssen wir vor allem an die Miozänperiode denken. Indessen werden wir uns mit den geologischen Verhältnissen der angegebenen ursprünglichen Auf-

TABELLE I.

O. Z.	Bestimmung der Maßaufnahme	<i>Prox furcatus</i> Hensel	<i>Dicrocerus</i> Sansan	<i>Prox moschatus</i>	<i>Prox vagnalis</i>	<i>Dicrocerus</i> Polen.
1	Dicke des Rosenstockes unterhalb der Rose	19	15	12	18	19.5
2	Breite des Rosenstockes unterhalb der Rose	23	30	16	23	22
3	Länge des Augensprosses an der Vorderkante	112	85	17	23	118
4	Querdurchmesser des Geweihes dicht über der Rose, von außen nach innen	28	26	17	17	27
5	Desgleichen von vorn nach hinten	39	50	24	30	32
6	Entfernung der Teilungsstelle des Geweihes von der Ebene der Rose	25	17	9	14	(41 ¹) (47 ²)
7	— von der Rose bis zur Spitze des Stängensprosses in gerader Linie	—	112	67	111	138
8	— auf der Außenseite, aber der Krümmung nach gemessen	—	115	81	155	142
9	— von der Spitze des Augensprosses zu der Spitze des Geweihes	—	—	60	109	59
10	Querdurchmesser der Rose	—	—	—	—	34
11	Längsdurchmesser der Rose	—	—	—	—	42

bewahrungsstelle dieses Geweihes noch am Schluß der Arbeit beschäftigen.

Aus der miozänen Periode und speziell aus dem Obermiozän sind drei hirschartige Gattungen, nämlich: *Palaeomeryx*, *Dicrocerus* und *Lagomeryx* bekannt, welche sich im ganzen auf 8 oder 9 Arten verteilen. Die erste Gattung *Palaeomeryx*, von der Größe des rezenten Edelhirsches umfaßt drei Arten: *P. annectens* Schlosser, *Bojani* und *eminens* v. Meyer (wenn die letztgenannte, wie Roger meint, nicht etwa als Weibchen des ersteren angesehen werden soll). Da

¹) Auf der Außenseite.

²) „ „ Innenseite.

aber alle diese Arten geweihlos sind, so käme diese Gattung hier nicht in Betracht. Die Gattung *Lagomeryx* mit den Arten *L. Meyeri*, *parvulus* und *pumilio*, ist die kleinste von allen den drei genannten, aber auch kleiner als alle rezenten Hirschformen und ist aus dem Mittelmiozän von Schnhofen (*L. simplicicornis* Schlosser) und aus dem Obermiozän von Steiermark und dem südlichen Bayern bekannt. *Lagomeryx* besaß einen Spießer oder auch ein verästeltes Geweih. Die dritte und letzte Gattung mit zwei Arten *Dicrocerus furcatus*, Hensel und *Dicrocerus elegans* Lartet, hatte ein gabelförmiges Geweih mit oder ohne Rose.

Wie schon aus diesem flüchtigen Überblick hervorgeht, würde unser Geweih der dritten Gattung, der eines *Dicrocerus* Lartet am nächsten stehen. Bevor wir uns aber endgültig über seine systematische Stellung äußern, wird es notwendig sein, das aus Galizien stammende Geweih genauer mit eben schon beschriebenen Geweihen der *Dicrocerus*-Gattung zu vergleichen.

In den Grundzügen der Paläontologie (1911) S. 493 gibt Schlosser folgende Charakteristik der Gattung und der beiden Arten des *Dicrocerus* Lartet an: „Schädel mit zweisprossigem, selten dreisprossigem Geweih: Obermiozän, Schlesien, Steinheim etc. *D. furcatus* Hensel, Geweih ohne Rose, wohl persistierend. Sansan, Steiermark, bayerische Hochebene. *D. elegans* Lartet, Geweih mit Rose und wechselnd“. Auf Grund dieser Charakteristik und unserer Beschreibung müßten wir also den polnischen Fund als *Dicrocerus elegans* Lartet bestimmen, da 1) das Geweih eine gut entwickelte Rose besitzt und 2) da, wie das vollkommene Fehlen des Rosenstockes und die glatte Oberfläche der unteren Seite der Rose beweisen, das Geweih nicht zufällig oder im Kampfe oder endlich nach dem Tode des Tieres abgebrochen, sondern normal abgeworfen wurde.

Indessen beschreibt Hensel in seiner Arbeit über den fossilen Muntjac aus Schlesien, in welcher er uns mit einer neuen miozänen, von ihm *Prox furcatus* (nach der modernen Nomenklatur *Dicrocerus f.*) genannten Hirschform, bekannt macht, ganz genau die Rose. Auf S 264 der zitierten Arbeit schreibt er: „Die Rose desselben ist an der Vorderseite gut erhalten und besteht hier aus deutlich gesonderten und ausgebildeten Perlen. Nach den Seiten zu werden sie schwächer und sind wahrscheinlich an der hinteren Seite nur wenig entwickelt gewesen, doch läßt sich das nicht mit Sicherheit

entscheiden, da hier die Rose weggebrochen ist“. Es besteht also eine gewisse Differenz zwischen der Diagnose, welche Schlosser für die beiden *Dicrocerus*-Arten aufstellt, und dem tatsächlichen Befunde von Hensel. Es ist dies umso merkwürdiger, als Schlosser in seiner früheren Arbeit: „Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste aus den süddeutschen Böhnerzen“ (1902) eine vermittelnde Stellung einnimmt, indem er S. 67 schreibt: „Die Gattung *Dicrocerus* umfaßt die beiden Arten *D. elegans* und *furcatus*, beide mit Geweihen versehen, die aber bei *elegans* viel kräftiger sind und öfter gewechselt werden, während *furcatus* sehr selten abgeworfen hat“. Aber auf S. 125 derselben Arbeit heißt es wiederum: „*Dicrocerus* umfaßt zwei Arten mit Geweihen, die von *elegans* sind zwar auch nur Gabler, wurden aber im Gegensatz zu jenen des *furcatus* gewechselt“. Schon aus diesem Grunde wäre eine eingehendere Vergleichung der bis jetzt gefundenen Geweihe nötig und angezeigt, welche bei der Betrachtung und Vergleichung der Figuren von *Dicrocerus*-Geweihen in den Arbeiten von Hensel, O. Fraas, Rütimeyer, Gaudry, Hoffmann, Roger, Depéret, Mayet und Wegner noch dringender erscheint. Eigentlich sollte eine gründliche Revision des ganzen bis jetzt an verschiedenen Stellen gesammelten Materials unternommen werden, was mir aber aus begreiflichen Gründen gänzlich unmöglich war. Trotzdem will ich auf Grund der Beschreibung und der Abbildungen, welche in den oben zitierten Arbeiten zu finden sind, den Versuch machen, wenigstens für unseren Fall eine Klärung zu erhalten und zu einer bestimmten Diagnose zu gelangen. Dabei muß aber noch nachdrücklich hervorgehoben werden, daß es bei der großen Variabilität des *Dicrocerus*-Geweihs, über welche sich schon Roger in seiner Arbeit aus dem J. 1900, S. 65 geäußert hat, immer unsicher wäre, wenn man sich bloß auf die Gestalt der Geweihe beschränken wollte; eine sichere und gut begründete Diagnose ist möglich nur unter Berücksichtigung anderer Merkmale, wie die der Zähne u. s. w.

Da mir die diesbezüglichen Arbeiten von Lartet und Filhol im Original trotz meiner Bemühungen nicht zugänglich waren, so beginne ich mit der Hensel'schen Arbeit und will mich in bezug auf *Dicrocerus elegans* Lartet nur auf spätere Arbeiten beschränken.

Die von Hensel beschriebenen Reste bestanden aus dem rechten Rosenstocke ohne Geweih, einem linken Geweih und einem linken Caninus. Alle diese Fragmente sollen nach Hensel einem

und demselben Individuum angehören. Sie wurden in Kieferstädtel in Oberschlesien gefunden, stammen also aus derselben Örtlichkeit, welche auch die von Wegner in diesem Jahre beschriebenen Reste von *Dicrocerus furcatus* geliefert hat. Von diesen von Hensel beschriebenen Fragmenten interessiert uns selbstverständlich nur das linke Geweih. Seine Rose verhält sich ganz so wie an unserem Geweihe. Die beim Vergleich der beiden Beschreibungen sich ergebenden Unterschiede sind nur scheinbar und sind nur in der anderen Benennung und Bestimmung der bezüglichen Seiten des Geweihes begründet. Hensel gibt nämlich an, daß die Perlen an der Vorderseite der Rose gut entwickelt und gesondert, an den lateralen Seiten schwächer und an der hinteren Seite am schwächsten sind. Es handelt sich aber, meiner Meinung nach, nur um eine Ungenauigkeit im Ausdruck, und zwar ist unter der vorderen Seite nach Hensel die innere, unter der hinteren die äußere zu verstehen. Dann würden auch die beiden von Hensel als lateral bezeichneten Seiten als die vordere und hintere zu deuten und wir erhielten auf diese Weise eine vollkommene Übereinstimmung zwischen meiner und der Hensel'schen Beschreibung. Eine solche Deutung ergibt sich auch aus der Abbildung.

Morphologisch entsprechen einander das Geweih von *Prox furcatus* und das unsrige ganz gut, und zwar in der Lage der Ebene der Rose, dem Verlauf der Furchen; abgesehen von den zwei von mir beschriebenen stärkeren Furchen an dem Augensprosse vorn und dem Stangensprosse hinten, die Hensel nicht erwähnt, stimmen sie sonst vollkommen überein. Indessen lassen sich außer den zwei genannten Furchen auch gewisse andere kleine Unterschiede zwischen dem Geweih aus Schlesien und dem aus Galizien auffinden. Wie aus der Zusammenstellung der Maße Nr. 6 zu ersehen ist, überragt unser Exemplar bezüglich der Höhe des gemeinsamen Stammes sowohl *Prox furcatus* aus Oberschlesien wie auch das Exemplar von *Dicrocerus elegans* aus Sansan, welches Hensel zur Vergleichung gedient hat, fast um das doppelte. Bei *Prox furcatus* aus Kieferstädtel beträgt die Entfernung von der Rose bis zur Teilungsstelle des Geweihes 25 mm, bei *D. elegans* aus Sansan nur 17, während der Stamm bei unserem Exemplar an der Außenseite 41 mm und an der Innerseite 47 mm sich erhebt; unser Geweih erreicht also ungefähr dieselbe Höhe wie das von Wegner beschriebene und abgebildete *Furcatus*-Geweih aus Neudorf bei Oppeln.

Der zweite Unterschied besteht in der Größe des Winkels der Bifurkation. An allen Figuren der Geweihe von *Dicrocerus furcatus* und noch mehr von *Dicr. elegans* sind die beiden Sprosse viel weiter ausgespreizt als an unserem Exemplar, wo die beiden Zweige fast senkrecht, mit einer kleinen Neigung nach vorn und hinten stehen.

Weitere Unterschiede ergeben sich wieder aus den Maßaufnahmen der Tabelle. Wir sehen, daß die Dicke des Rosenstockes unterhalb der Rose (Nr. 1), seine Breite (Nr. 2) und auch die Werte 4 und 5 noch ziemlich gut miteinander stimmen, wenn wir das Geweih von *Prox furcatus* und das polnische Geweih allein berücksichtigen, daß aber alle diese Werte, außer Nr. 5 die betreffenden

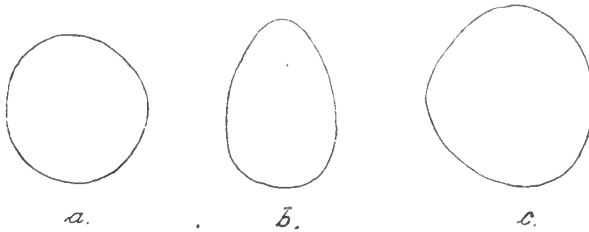


Fig. A.

Dimensionen von *D. elegans* überragen. Die ersten zwei Maßaufnahmen bestätigen die Differenzen, welche sich aus der Textfigur A ergeben, dabei geht aber aus dem Verhältnis der beiden Achsen bei unserem Exemplar (23:20) hervor, daß der Rosenstockumriß sich am meisten dem eines Kreises nähert. Die Maße Nr. 3 beweisen, daß der Augensproß an unserem Exemplar am längsten ist (± 118 mm), bei *D. elegans* am kürzesten (85), während die Maße Nr. 4 und auch die anderen dieses Verhältnis wieder verwischen. Aus dieser Zusammenstellung geht also nur soviel hervor, daß unter den Geweihen eine große individuelle Variabilität herrscht, welche den Wert der quantitativen Unterschiede so stark herabdrückt, daß ihnen eine größere Bedeutung nicht beizumessen ist und daß nur die qualitativen hier in Betracht kommen können.

Nach Hensel soll sich *Dicrocerus furcatus* aus Oberschlesien in folgenden Merkmalen von *D. elegans* aus Sansan unterscheiden. Der Querschnitt des Rosenstockes ist bei *D. elegans* von den Seiten komprimiert, bei *Prox furcatus* besitzt er aber einen runden Um-

riß. Hensel illustriert dies mit Diagrammen auf Taf. V, Fig. 2 und 4 seiner Arbeit, welche ich abgezeichnet und mit dem Umriß des Rosenstockfeldes der Rose unseres Exemplares in Figur A im Text abgebildet habe. Obwohl die Figur 1 und 2 von der Mitte des Rosenstockes und die Figur 3 aus seinem Gippel aufgenommen sind, sehen wir dennoch, daß die Umrisse *a* und *c* einander vollkommen entsprechen, während der Umriß vom *D. elegans* (*b*) sich von beiden unterscheidet.

Einen weiteren wichtigen Unterschied sieht Hensel in dem Grade und der Art der Entwicklung der Rose. Bei *D. elegans* ist sie nur an der inneren Seite gut entwickelt, schwächer an der vorderen und der hinteren, während sie sich an der vorderen Seite fast ganz verliert, indem sie sich nur „als ein stärkerer, von dem Rosenstock zum Geweih führender Absatz, der durch mehr oder weniger tiefe, schon auf dem Geweihe sichtbare Furchen eine unregelmäßige höckerige Oberfläche erhält“. Die Rose bei *Prox furcatus* verhält sich dagegen ganz anders, und zwar, wie wir gesehen haben, in voller Übereinstimmung mit dem oben beschriebenen in Galizien gefundenen Geweih.

Auf Grund aller genannten Unterschiede hat Hensel das Geweih aus Kieferstädtel für verschieden von dem aus Sansan erklärt und mit dem Namen *Prox furcatus* bezeichnet.

Von anderen Funden, die uns hier besonders interessieren, kommen die Reste von *D. furcatus* oder *Cervus furcatus*, wie ihn Fraas nennt, aus Steinheim in Württemberg in Betracht. Da wir uns aber bei der Beschreibung des schlesischen Geweihes länger aufgehalten haben und da zwischen den Steinheimer Resten und denen aus Schlesien eine auffallende Übereinstimmung herrscht, so werden wir sie jetzt nicht genauer schildern und uns auf diese allgemeine Bemerkung beschränken. Es sei nur hervorgehoben, daß die Längsachse der Rose bei dem von Fraas beschriebenen Funde größer ist als bei unserem, denn sie beträgt bei dem letzteren 42 mm, bei dem ersteren 50 mm, während wiederum die kürzeren Achsen bei beiden fast ganz gleich sind (34 auf 35 bei *Cervus furcatus* nach Fraas).

Auffallend ist es, daß sowohl Hensel wie Fraas angeben, daß die Geweihe mit starken Furchen versehen sind, während unser Exemplar dem *D. elegans* ähnlicher ist, bei welchem nach Hensel das Geweih im allgemeinen glatter, die Furchen seichter und die

Spitzen beider Sprosse ganz glatt sein sollen, was übrigens an jedem Hirschgeweih zu beobachten ist.

Indem also Fraas die volle Übereinstimmung der Steinheimer Geweihe mit dem von Hensel beschriebenen konstatiert, sieht er die Sansan'schen Stücke „als spezifisch verschieden“ an. Diese spezifischen Unterschiede sollen nach ihm im folgenden bestehen: der Rosenstock ist nicht rund, sondern oval, „Perlen sind nur wenige auf der Innenseite, wodurch die Rose bei weitem nicht den ausgesprochenen Kranz bildet, wie bei *Cervus furcatus*. Die Gabelung ist nicht so ungleich, vielmehr sind die zwei Zinken an ihrer Basis nur wenig verschieden, der Raum zwischen beiden an der Basis ist breit“. Diese Unterschiede werden auch von anderen Forschern bei der Bestimmung der *Dicrocerus*-Geweihe herangezogen, wie z. B. von Hoffmann bei der Bearbeitung der Göriacher Fauna. Auch dieser Forscher hebt nachdrücklich hervor, daß die von ihm beschriebenen Geweihe, welche mit den Geweihen von *Dicrocerus elegans* aus Sansan vollständig übereinstimmen und dieselben nur an Größe überragen, einen seitlich zusammengedrückten und nie einen drehrunden Rosenstock besitzen. Dasselbe kann ich bestätigen auf Grund eines in den geologischen Sammlungen der hiesigen Universität befindlichen *Elegans*-Geweihes aus Sansan. Die Form des Rosenstockes, der Rose und der Zinken des letztgenannten Geweihes sind so grundverschieden von dem Exemplare, das den Gegenstand dieser Arbeit bildet, daß man keinen Augenblick zögern würde, sie zwei verschiedenen Spezies zuzuschreiben. Die Sache ist aber nicht so einfach. Denn „so leicht nun aber typische Geweihe von einzelnen Fundorten zu diagnostizieren und voneinander zu unterscheiden sind“, schreibt Roger, „also z. B. ein typischer *P. elegans* von Sansan und Göriach oder ein *P. furcatus* von Steinheim, so schwierig wird doch die Unterscheidung, sobald man ein größeres Material von verschiedenen gleichaltrigen Fundorten in Betracht zieht, und man erkennt alsbald, daß die fossilen Formen eine ungemeine Variabilität in der Ausgestaltung ihrer Geweihe entwickelten“. Und weiter schreibt der genannte Forscher: „Es scheint... doch mehr und mehr, als ob bei Anerkennung einzelner sich nach Größe und Gestalt geltend machender Lokaltypen die beiden Arten *elegans* und *furcatus* ganz allmählich ineinander übergingen und im Grunde genommen vielleicht bloß eine einzige Art, zum mindesten eine engere Gruppe bildeten“.

Die Geweihe, welche Roger in seinen Arbeiten beschrieben hat, entsprechen durchaus dem *Elegans*-Typus und zeichnen sich durch die Kürze des Geweihes und die ovale (nie kreisrunde) Abwurfsfläche aus. Nur ein auf Tafel IV, Fig. 6 abgebildetes Geweih „dürfte“ — nach seiner Meinung — „dem *Dicrocerus furcatus* zuzuschreiben sein, der — wenn er von *D. elegans* überhaupt spezifisch verschieden ist — sich von demselben durch den etwas kürzeren, mehr rundlichen, nicht so stark komprimierten Rosenstock und schwächere Rosenbildung unterscheidet und sein Geweih vielleicht minder regelmäßig abgeworfen hat als *Dicrocerus elegans*“. Ich zitiere diese Worte deshalb, da wir wiederum auf dieselben unterscheidenden Merkmale stoßen, welche auch anderseits von Hensel, Fraas, Hoffmann betont wurden. Die Geweihe, welche Depéret und Mayet aus Frankreich beschrieben haben, scheinen dem Typus *elegans* sicher anzugehören; so will ich auch nicht die betreffenden Stellen aus ihren Arbeiten eingehender behandeln, sondern möchte jetzt die Frage stellen, zu welcher dieser beiden *Dicrocerus*-Arten das Geweih aus Galizien gehört?

Auf Grund der genannten Arbeiten fasse ich die Unterschiede zwischen dem *Elegans*- und dem *Furcatus*-Typus nochmals kurz zusammen:

<i>Dicrocerus elegans</i> :	<i>D. furcatus</i> :
Rosenstock länger.	Rosenstock kürzer.
„ oval.	„ rundlich.
Rose stärker oder schwächer ausgebildet.	Ebenfalls.
Geweihstamm kurz.	Geweihstamm von verschiedener Länge, aber stets länger als bei <i>Dicr. elegans</i> .
Gabelwinkel breiter.	Gabelwinkel schärfer.
Zinkenquerschnitt unregelmäßig polygonal (Hoffmann).	Querschnitt oval, regelmäßiger, mehr oval.
Geweih wechselnd.	Geweih nicht oder selten wechselnd.

In morphologischer Hinsicht geht schon aus dem ersten Teile dieser Arbeit ganz klar hervor, daß unser Geweih sich mehr oder sogar gänzlich dem *Furcatus*-Typus nähert, was aber den letzteren Punkt anbelangt, also aus mehr physiologischen Gründen, müßte

man das Geweih wiederum dem *Elegans*-Typus zuschreiben. Mit anderen Worten, wir müßten in Anbetracht der großen Variabilität, welche nach Roger diese beiden Arten charakterisiert, jedes abgeworfene Geweih als dem *Elegans* angehörig betrachten, wenn man auf dem Standpunkte steht, daß nur dieser Hirsch sein Geweih wechselte und der *Furcatus* es nicht oder nicht so regelmäßig tat¹⁾. Es ist mithin notwendig, auf diese letzte Frage Antwort zu geben; da jedoch damit die Ausbildung der Rose in gewissem Zusammenhange steht, so will ich diese beiden Punkte zugleich besprechen.

Schon Hensel, Fraas, Rütimeyer, und kürzlich auch Wegner haben festgestellt, daß bei *D. furcatus* die Rose tatsächlich vorhanden ist, und sowohl Fraas wie auch Wegner finden auch in ihrem Material je ein abgeworfenes Geweih, welches sie dem *Furcatus* zuschreiben. Dagegen zeichnet Rütimeyer (T. I, Fig 10 und 11, T. II, Fig. 4) Geweihe, bei denen die Rose entweder fehlt (T. I, Fig. 1 u. 4) oder nur ganz schwach entwickelt oder kaum angedeutet ist (T. I, Fig. 10 u. 11). Dies beweist, daß das Vorhandensein oder Fehlen der Rose nicht als Artmerkmal angesehen werden dürfe, sondern daß diese Eigenschaft von anderen Faktoren, die innerhalb der Art wirken, abhängig sein müsse. Ich möchte die Ursache im Alter des Tieres suchen. Wenn wir uns die Zeichnungen von Fraas vor Augen halten, auf denen er die Geweihentwicklung bei *Dicrocerus furcatus* illustriert, und wenn wir die Rütimeyer'schen Abbildungen richtig betrachten, so kommen wir zu dem Schluß, daß an dem ganz jungen Geweih sich keine Rose befand und daß sie sich also erst später mit zunehmendem Alter des Individuums herausgebildet und entwickelt haben muß, d. h. daß das völlige Fehlen der Rose, ihre schwache Entwicklung und endlich eine gut entwickelte Rose, wie z. B. an dem Wegner'schen und dem von mir beschriebenen Exemplare, aber auch an anderen, nur verschiedene Stadien der Entwicklung des *Dicrocerus*-Geweihs bilden, die Individuen also, die diese Verschiedenheit in der Entwicklung der Rose aufweisen, sich voneinander nur durch ihr Alter unterscheiden.

Diese Art der Entwicklung des Geweihs hat aber einen häufigeren Geweihwechsel notwendig zur Folge. Daß diese Erscheinung

¹⁾ Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Oberrat Dr. O. Roger.

auch beim *Furcatus*-Geweih beobachtet wurde, habe ich schon gesagt. Und diese zwei, beziehungsweise drei sicheren Beispiele eines abgeworfenen Geweihes müssen trotz ihrer zahlenmäßigen Seltenheit als genügender Beweis dienen in Anbetracht des jedenfalls immer spärlichen Materials und seiner Zufälligkeit, mit welcher wir in der Paläozoologie fast immer zu tun haben. Wir können daher die Wahrscheinlichkeitsmethode nicht in solchem Maße hier anwenden, wie es bei rezentem Material üblich ist. Außerdem müssen wir noch betrachten, daß abgebrochene oder samt dem Schädel erhaltene Geweihe im allgemeinen häufiger sein müssen als abgeworfene, da diese meist auf der Erdoberfläche liegen bleiben und infolgedessen allen zerstörenden Einflüssen ausgesetzt sind, so daß sie nur in ganz seltenen Fällen erhalten bleiben. Deshalb sind auch abgeworfene Geweihe viel seltener als abgebrochene, aber ein gefundenes sicher abgebrochenes Geweih genügt bei dieser Sachlage vollkommen, um als positiver Beweis für den Geweihwechsel bei der bezüglichen Form zu dienen. Übrigens spricht sich sowohl Schlosser wie Roger in der Richtung aus, daß sie den Geweihwechsel bei *Furcatus* nicht absolut ablehnen, sondern denselben als minder regelmäßig oder selten vorkommend annehmen. Ist aber die Seltenheit der Funde des abgeworfenen *Furcatus* Geweihe nicht durch Zufall zu erklären? Ich wiederhole noch einmal, daß in der Paläozoologie ein sicherer Befund eines abgeworfenen Geweihes sogar gegen eine größere Menge nur abgebrochener Geweihe als positiver Beweis des Geweihwechsels bei der betreffenden Form gelten muß. Wenn wir also das von Fraas und Wegner beschriebene abgeworfene Geweih dem *Furcatus*-Typus zuschreiben wollen, so müssen wir auch annehmen, daß sowohl *D. elegans* wie *D. furcatus* die Rose wenigstens in vorgerückterem Alter besaßen und daß beide die Geweihe, wie es bei den rezenten Hirschen der Fall ist, wechselten und folglich, daß die Artdifferenzen zwischen diesen zwei obermiozänen Formen sich in anderen Merkmalen, wie der Ausgestaltung des Geweihes, der Zähne u. s. w., jedenfalls also in morphologischen und nicht physiologischen Merkmalen (wie der Geweihwechsel) äußern.

Da das galizische Geweih seinem Habitus nach vollkommen den von Hensel, Fraas und Wegner beschriebenen Geweihen entspricht, so muß ich es konsequenterweise als *Dicrocerus furcatus* Hensel bestimmen, eben auf Grund der früher zitierten Roger'schen

Worte, nach welchen die extrem gestalteten *Dicrocerus*-Geweih sich sehr leicht von dem *Elegans*- oder dem *Furcatus*-Typus unterscheiden lassen. Auf die von Roger aufgeworfene Frage, ob wir es beim *Elegans*- und *Furcatus*-Typus nicht mit einer einzigen Art zu tun haben, kann ich natürlich nicht eingehen, so lange das ganze Material von *Dicrocerus* aus verschiedenen Ländern, welches in verschiedenen Sammlungen aufbewahrt ist, einer zusammenfassenden Bearbeitung nicht unterzogen worden sein wird.

Zum Schluß mögen noch einige Worte über die Fundstelle dieses Geweihes gestattet sein. Wie ich am Anfang dieser Arbeit gesagt habe, wurde dieses Geweih auf dem Pisany-Kamień-Berge im Bezirk Kosów in Galizien gefunden. Es wurde also wohl nicht auf seiner ursprünglichen Lagerstätte gefunden, sondern muß auf irgend eine Weise sekundär an diese Fundstelle gelangt sein. Man muß also die eigentliche Ursprungsstelle irgendwo anders suchen und ich glaube, daß ich in kurzer Zeit auch über diese geologisch wichtige Frage ins klare kommen werde, da ich aus dieser Gegend einige Zähne besitze, die dem *Aceratherium tetradactylum* angehören und welche also auch auf das Vorhandensein des Obermiozäns im südöstlichen Galizien hinweisen.

Eine eingehende Behandlung der Frage behalte ich mir für später vor, wenn ich das andere noch vorhandene Material aus sicher bestimmten Fundstätten vom geologischen Standpunkte aus untersucht haben werde.

Der Verwaltung des gräfl. Dzieduszycki'schen Museums in Lemberg, sowie dem H. Oberrat Dr. Otto Roger in Augsburg, der mir in vielen Fällen stets in liebenswürdigster Weise behilflich war, spreche ich meinen tiefsten Dank aus.

Aus dem Institute für vergl. Anatomie an der Jag. Universität in Krakau, Vorstand Prof. H. Hoyer.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Das Geweih von der inneren Seite.

Fig. 2. „ „ „ „ „ äußeren Seite.

Fig. 3. Die Rose von der Unterseite.

Alle Figuren sind in etwas verkleinertem Maßstabe abgebildet.

Literatur.

1. Depéret: Recherches sur la succession de faunes des Vertébrés miocènes de la Vallée du Rhône. Arch. Mus. Lyon, T. IV, 1887.
 2. — La faune des Mammifères miocènes de la Grive-Saint-Alban. Arch. Mus. Lyon, T. V, 1912.
 3. Fraas O.: Die tertiären Hirsche von Steinheim. Jahresh. d. Ver. f. Vaterl. Naturkunde in Württemberg, Jhg. XVIII, 1862.
 4. — Fauna von Steinheim. Ebenda, Jhg. 26, 1870.
 5. Gaudry: Les Enchaînements du Monde animal, Paris 1878.
 6. Hensel: Über einen fossilen Muntjac aus Schlesien. Zeit. d. Deut. Geol. Ges., Bd. XI, 1859.
 7. Hoffmann: Die Fauna von Göriach. Abh. d. k. k. Geol.-Reichsanstalt in Wien, Bd. XV, H. 6, 1893.
 8. Mayet: Étude des mammifères miocènes des Sables de l'Orléanais et de Faluns de la Touraine. Paris, 1908.
 9. — Étude sommaire des mammifères fossiles des Faluns de la Touraine. Paris 1909.
 10. Roger: Wirbeltierreste aus dem Dinotheriensande. 34. Ber. d. Naturw. Ver. für Schwaben u. Neuburg, 1900.
 11. — Wirbeltierreste aus dem Obermiozän der bayerisch-schwäbischen Hochebene. Ebenda, 36 Ber., 1904.
 12. Rüttimeyer: Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche, I. T., Abhandlungen d. schweiz. pal. Ges. Bd. VII, 1880.
 13. Schlosser-Zittel: Grundzüge der Paläontologie, 1911.
 14. — Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohn-erzen. Geol. u. Paläont. Abhandlungen, N. F., Bd. V, 1902.
 15. Wegner: Tertiär und umgelagerte Kreide bei Oppeln (Oberschlesien). Palaeontographica, Bd. LX, 1913.
-



1.



2.



3.

*O zastosowalności prawa Webera do fototropizmowych
zgięć liścieni owsa (Avena sativa). — Über die Anwend-
barkeit des Weber'schen Gesetzes auf die phototropischen
Krümmungen der Koleoptile von Avena sativa.*

Mémoire

de M. **TADEUSZ KLIMOWICZ,**

présenté, dans la séance du 7 Juillet 1913, par M. E. Godlewski (père) m. t.

Einleitung.

Wilhelm Pfeffer hat in seinen Werken: „Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize“¹⁾ und „Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen“²⁾ zum ersten Male dargelegt, daß das Weber'sche Gesetz sich auf Tatsachen aus dem Gebiete der Botanik anwenden läßt, und zwar auf die Chemotaxis der Spermatozoiden von Farnen und Moosen und auf die Chemotaxis von *Bacterium termo*.

Später konstatierten viele andere Forscher die Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes in bezug auf Chemotaxis³⁾, Chemotropismus⁴⁾ und Geotropismus⁵⁾.

¹⁾ Untersuch. a. d. Bot. Institut zu Tübingen, Bd. I. Heft III, 1884.

²⁾ Untersuch. a. d. Bot. Institut zu Tübingen, Bd. II, 1888.

³⁾ K. Shibata, Studien über die Chemotaxis der *Isoëtes*-Spermatozoiden. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 41, 1905); H. Bruchmann, Von der Chemotaxis der *Lycopodium*-Spermatozoiden. (Flora, Bd. 99, 1909); Åke Åkerman, Über die Chemotaxis der *Marchantia*-Spermatozoiden. (Zeitschrift f. Bot.: Bd. II, 1910); K. Shibata, Untersuchungen über die Chemotaxis der Pteridophyten-Spermatozoiden. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, Heft 1, S. 1—60); Fr. Müller, Untersuchungen über die chemotaktische Reizbarkeit der Zoosporen von Chytridiaceen und Saprolegniaceen. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, Heft 4, 1911, S. 421—521..

⁴⁾ Manabu Miyoshi, Über Chemotropismus der Pilze. (Botanische Zeitung, Bd. 52, 1894); Theodor Porodko, Über den Chemotropismus der Pflanzenwurzeln. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, Heft 3. 1911, S. 307—368).

⁵⁾ Fr. Czapek, Untersuchungen über Geotropismus. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd.

Zur Vornahme von Versuchen, deren Ziel die Lösung der Frage ist, ob das Weber'sche Gesetz für Phototropismus gilt, fühlte ich mich veranlaßt sowohl durch das Interesse für dieses Problem sowie durch die Tatsache, daß bisher nur ein einziger Forscher, Jean Massart, dieses Problem bearbeitet hat, indem er versuchte, in seiner Arbeit „La loi de Weber vérifiée pour l'héliotropisme d'un champignon“¹⁾ die Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes auf phototropische Krümmungen der Sporangienträger von *Phycomyces nitens* zu beweisen. Diese Arbeit erfuhr jedoch eine scharfe Kritik²⁾.

Zunächst lasse ich hier eine ausführliche Inhaltsangabe der Abhandlung von Massart folgen.

Als Lichtquelle wählte der belgische Gelehrte eine Petroleumlampe, deren Lichtintensitätsbeständigkeit mittels photometrischer Messungen konstatiert wurde. Die Kulturen von *Phycomyces nitens* wurden auf ein Brettchen längs einer schrägen Linie³⁾ angebracht und mit einem rechtwinkligen länglichen Kistchen zugedeckt. Das Kistchen war an beiden Enden offen, um dem Lichte Zutritt zu gestatten. Zur Verhinderung der Reflexion wurden die inneren Wände des Kistchens mattschwarz angestrichen. Die Lampe stellte Massart über der Mitte der oberen Fläche des Kistchens so auf, daß kein Lichtstrahl, der von A ausgeht (siehe Fig. 1), unmittelbar auf die Pilzkulturen fiel.

Das erwähnte Brettchen mit den Kulturen lag auf einem 8 m langen Tische, auf welchem überdies in gleicher Entfernung von der Lampe zwei Spiegel angebracht wurden, die das Licht in horizontaler Richtung reflektierten, also parallel zu der Oberfläche des Tisches. Eine Kultur stellte Massart direkt unter die Lampe

27, 1895, S. 301—308); Fr. Czapek, Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 32, Heft 2, 1898, S. 175—308); H. Fitting, Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 41, 1905, S. 303—318).

¹⁾ Bull. de l'Académie royale des sciences de Belgique, Bruxelles, 1888. 3me série, T. 16, S. 590—601.

²⁾ Siehe A. Natanson und E. Pringsheim, Über die Summation intermittierender Lichtreize. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45, 1907, Heft 1, S. 137—190) und A. H. Blaauw, Die Perzeption des Lichtes, S. 143—144. (Extrait du Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais, volume V, S. 209).

³⁾ Damit die Kulturen sich nicht gegenseitig beschatten.

in den Durchschnittspunkt des Brettchens CC' mit der Normalen, die zu ihm vom Punkte A aus gefällt wurde (Punkt O Fig. 1).

Rechts vom Punkt O wurden andere Kulturen in 5, 10, 15, ..., 50 cm Entfernung von der ersten angebracht, hingegen betrugen die Entfernungen der links angebrachten Kulturen 2·5, 7·5, 12·5, ..., 52·5 cm.

Selbstverständlich wurde die im Punkte O befindliche Kultur von beiden Seiten gleichmäßig belichtet, während jede andere Kultur sowohl von der rechten wie von der linken Seite des Punktes O von einer Seite stärker als von der anderen belichtet wurde.

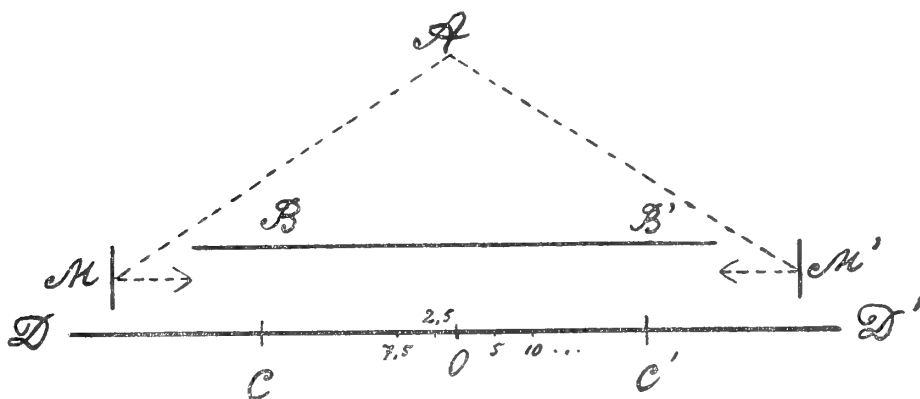


Fig. 1. A Flamme der Lampe. — M u. M' Spiegel. — BB' Obere Fläche des die Kulturen bedeckenden Kistchens. — CC' mit Skala versehenes Brettchen, auf dem die Kulturen ruhen. — DD' Tisch.

Nach Massart, a. a. O., S. 594.

Die Variierung der Intensität des Lichtes wurde durch Annähern oder Entfernen der Spiegel erreicht.

Die schwächste Lichtintensität entsprach der Entfernung 7·5 m; ($7\cdot5\text{ m} = MO + MA = M'O + M'A$), hingegen die stärkste der Entfernung 2·5 m; die letztere besaß eine 9mal größere Intensität als die erstere.

Die Exposition dauerte stets vier Stunden. Nach Ablauf dieses Zeitraums wurde die Stelle der Kultur, welche dem Punkte O am nächsten lag und die bereits eine phototropische Krümmung aufwies, notiert. Wenn man die Entfernung dieser Kultur vom Punkte O kennt, kann man das Verhältnis der Intensitäten des von beiden Seiten hereinfallenden Lichtes leicht angeben.

Bezeichnen wir die Entfernungen $MO + MA = M'O + M'A$ (siehe Fig. 2) mit a , hingegen die Entfernung von Punkt O der Kultur, die die Krümmung aufwies, mit b , ferner die Intensität des

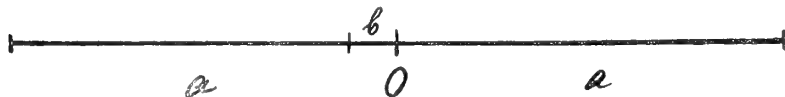


Fig. 2.

von der linken Seite fallenden Lichtes (siehe Fig. 2) mit i' , und die des von der rechten fallenden mit i , dann erhalten wir:

$$\frac{i'}{i} = \frac{(a+b)^2}{(a-b)^2};$$

setzen wir also $i = 1$, so erhalten wir

$$i' = \frac{(a+b)^2}{(a-b)^2}.$$

Bei allen Versuchen war das Verhältnis $\frac{(a+b)^2}{(a-b)^2}$ eine konstante Größe, wie dies aus den untenstehenden Werten für i zu ersehen ist:

1.173
1.186
1.184
1.185
1.177
1.173
1.168
1.188
1.186
1.181
1.173¹⁾

Man ersieht also daraus, daß die größte Differenz zwischen zwei Werten für das Verhältnis $\frac{(a+b)^2}{(a-b)^2}$ nicht mehr als 0.02 beträgt.

¹⁾ Massart, a. a. O., S. 597.

Der mittlere Wert des erwähnten Verhältnisses = 1:179 oder in runden Zahlen = 1:18. Dieser Bruch ist konstant.

Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß die Arbeit von Massart eine scharfe Kritik erfuhr. Auf die Einwände, die gegen die Forschungsmethode des belgischen Gelehrten erhoben wurden, werde ich an anderer Stelle dieser Abhandlung zurückkommen; jetzt will ich zur Beschreibung meiner eigenen Versuche übergehen.

Beschreibung meiner Versuche

Die Wahl des Versuchsobjekts bereitete mir keine Schwierigkeiten; sind wir doch im Besitze einer vorzüglichen Abhandlung des polnischen Gelehrten Ladislaus Rothert, „Über Heliotropismus“¹⁾, in der dargelegt wird, daß zu Versuchen über Phototropismus sich besonders die Haferkoleoptile²⁾ (*Avena sativa*) eignen.

Ich habe meine Versuche an dem originellen schwedischen, sogenannten Goldregenhafer durchgeführt. Diese Hafersorte zeichnet sich durch große Gleichmäßigkeit der Keimung aus, und wenn man gewisse Bedingungen einhält, bietet sie ein vorzügliches Material zu Experimenten.

Vorbereitung des Versuchsmaterials. Da die Empfindlichkeit der Haferkeimlinge auf die Wirkung des Lichtes unter anderem³⁾ auch von ihrem Alter und ihrer Höhe abhängt, war es notwendig, zu Versuchen Pflanzen zu wählen, die sich in

¹⁾ Cohn's Beiträge z. Biol. d. Pfl., Bd. VII, Heft 1, 1894. Vergleiche auch: H. Fitting, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 44, 1907, S. 179; A. H. Blaauw, a. a. O., S. 10–11 u. E. Pringsheim, Beiträge z. Biol. d. Pfl., Bd. IX, Heft 3, 1909, S. 421.

²⁾ Morphologisch entspricht bei Gramineen dem Koleoptil das sogenannte Scutellum. Übrigens ist dieses Problem noch nicht endgültig gelöst (siehe z. B. Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik, zweite Auflage, 1911, S. 822 und K. Goebel, Organographie der Pflanzen, Jena, 1898–1901, S. 601–602). Nach dem Vorgang Darwin's und Rothert's bezeichne ich der Kürze halber als Koleoptil das erste scheidenförmige Blatt von *Avena*. Vergleiche L. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Auflage, S. 557.

³⁾ Diese Empfindlichkeit unterliegt auch sehr großen individuellen Schwankungen, die von inneren Faktoren bedingt sind; das ist eben die Erscheinung der von A. H. Blaauw so genannten „phototropischen Variabilität“ (a. a. O., S. 15). Vergleiche auch Rothert, a. a. O., S. 12.

gleichem Entwicklungsstadium befanden und annähernd von gleicher Höhe waren.

Zu diesem Zwecke legte ich von den Spelzen befreite Körner auf flache Porzellanteller ins Wasser und wählte nach 48 Stunden für die Saat nur diejenigen Körner aus, die sich annähernd im gleichen Grade entwickelt hatten, so daß ich annehmen konnte, daß die Keimung auch fernerhin gleichmäßig verlaufen dürfte. Ungeachtet dessen, daß jede Vorsichtsmaßregel getroffen worden war (gleiche Temperatur, gleiche Feuchtigkeit der Luft, sorgfältig gesiebte¹⁾ Gartenerde von gleicher Feuchtigkeit, gleiche Saattiefe u. drgl.), wiesen die Keime der gleichzeitig gepflanzten Körner zuweilen infolge der Wirkung unbekannter innerer Gründe bedeutende Höhendifferenzen auf.

Exemplare, die allzu sehr von der durchschnittlichen Norm abwichen, wurden entfernt und ich achtete darauf, daß die Höhendifferenzen nicht 5 mm überschreiten.

Ich nehme an, daß es aus praktischen Gründen nicht überflüssig sein wird, das Aussäen der Körner genau zu beschreiben.

Mittels einer Pincette mit abgestumpften Enden (um die Körner nicht zu beschädigen) nahm ich diese nach 48 Stunden aus dem Wasser heraus und legte auf ein Stück mattschwarzes Papier. Die weißen Würzelchen stachen vom schwarzen Untergrunde scharf ab, was die Ausführung der Selektion sehr erleichterte. Nach vollendeter Auswahl brachte ich die Körner auf ein Stück Löschpapier, wodurch sie sorgfältig getrocknet wurden, da das Papier das den Körnern anhaftende Wasser aufsaugte.

Das Trocknen der Körner ist von großer Wichtigkeit, denn dies erleichtert sehr die Aussaat.

Die auf diese Weise vorbereiteten Körner säte ich in ähnlicher Weise wie Blaauw²⁾ in Zinkkästchen in möglichst gerader Linie aus. Ich faßte sie mittels einer Pincette, wobei ich die Würzelchen nach unten richtete und leicht in die vorher gemachten, 1·5 cm voneinander entfernten Öffnungen eindrückte. Die inneren Wände der Kästchen waren mit einer Paraffinschicht überzogen, um die Würzelchen vor eventueller schädlicher Wirkung des Zinks zu schützen.

¹⁾ Durchmesser der Sieböffnungen = 1·25 mm.

²⁾ A. a. O., S. 11.

Um den Pflanzen die nötige Feuchtigkeit zuzuführen, wurde das Wasser eingetröpfelt, denn ich hatte mich überzeugt, daß man nur auf diese Weise das Herauswachsen der Koleoptile in gerader Linie erreichen kann.

Lichtquelle. Als Lichtquelle bediente ich mich elektrischer Glühlampen von verschiedener Intensität, die ich mittels Lummer's und Brodhun's Photometer in Hefnerkerzen ausmaß¹⁾.

Das genannte Photometer ist derart konstruiert, daß die Lichtstrahlen von zwei Seiten auf einen weißen Schirm fallen, und indem sie von entsprechend aufgestellten Spiegeln reflektieren, auf das System von zwei Prismen auffallen, die so zusammengestellt sind, daß man bei Beobachtung durch Okular das Bild zweier konfokalen Ellipsen vor sich hat; das Feld der einen Ellipse wird von der einen und das der anderen von der anderen Lichtquelle belichtet. Bei entsprechender Regulierung der Entfernungen beider Quellen verschwindet die Grenze zwischen den Feldern der Ellipsen gänzlich und wir erhalten das Bild einer Ellipse, da die Intensität des von beiden Seiten einfallenden Lichtes gleich ist. Es ist klar, daß man ganz genaue Ergebnisse nur dann erhalten kann, wenn die beiden zu vergleichenden Lichtquellen von gleicher Farbe sind. Wenn jedoch in der Färbung ein Unterschied besteht, wird die Berechnung der Intensität einigermaßen ungenau sein, da die Abschätzung der Intensität größeren subjektiven Schwankungen unterworfen ist. Ich war leider nicht in der Lage, den Fehler zu eliminieren, der daraus entstand, daß die Hefnerlampe ein andersfarbiges Licht als die elektrische Lampe gibt: das Feld der Ellipse, die mittels Hefnerlampe belichtet wurde, besaß gelbliche Färbung; hingegen nahm das der anderen Ellipse infolge der Wirkung des Lichtes der elektrischen Lampe im Photometer eine grünliche Farbe an. Indem man die Entfernung der Hefnerlampe vom Photometer langsam änderte, konnte man jedoch immer bei gewisser Übung den Moment beobachten, in welchem sich die scharfen Grenzen zwischen den Feldern beider Ellipsen verwischten. Diesen Moment betrachtete ich als den Zeitpunkt des Ausgleichs der Intensität des von den entgegengesetzten Seiten einfallenden Lichtes.

¹⁾ Siehe Fr. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, 11. Auflage, 1910, S. 351.

Um die Entfernung der Hefnerlampe vom Photometer für jenen Moment so genau wie möglich zu bestimmen, habe ich zehnmal entsprechende Messungen vorgenommen und bediente mich des mittels dieser Messungen erhaltenen mittleren Wertes der gesuchten Entfernung.

Ich führe hier ein solches Verfahren an.

Die Entfernung der Hefnerlampe vom Photometer beträgt in cm:

1. Messung	. . .	17·5	cm
2. "	. . .	17·2	"
3. "	. . .	17·4	"
4. "	. . .	17·2	"
5. "	. . .	17·5	"
6. "	. . .	17·6	"
7. "	. . .	17·3	"
8. "	. . .	17·5	"
9. "	. . .	17·2	"
10. "	. . .	17·5	"

Mittlerer Wert der Entfernung = 17·4 cm.

Die Berechnung der Quantitätsergebnisse der Versuche wurde durch den Umstand erschwert, daß ich keine elektrischen Lampen zur Verfügung hatte, die von gleicher Entfernung ein Licht von gleicher Intensität gegeben hätten.

Die photometrischen Messungen überzeugten mich, daß man sich auf die von der Fabrik angegebene Intensität nicht verlassen kann. Wenn wir z. B. zu beiden Seiten des Photometers in gleicher Entfernung davon elektrische Lampen von 25 Kerzen anbringen, so kann man durch das Okular des Photometers sofort eine scharfe Grenze zweier Ellipsen beobachten und man kann die vollständige Verwischung der Grenzen zwischen den Ellipsen erst dann erreichen, wenn man eine Lampe dem Photometer nähert oder von ihm entfernt. Daher mußte ich vor jedem Experimente photometrisch den Punkt bestimmen, in welchem die Intensität des von beiden Seiten einfallenden Lichtes gleich war, obwohl die Entfernungen beider Lampen vom Photometer voneinander verschieden waren. Nennen wir diesen Punkt der Kürze halber den „Nullpunkt“.

Alle Versuche wurden an vollständig etiolierten, im Dunkelmzimmer gezüchteten Koleoptilen ausgeführt.

Die Vorbereitung von Koleoptilen zu Versuchen (Notieren der Höhe der Pflanzen und Anbringung der Kästchen auf der Photometerbank) wurde bei rotem elektrischem Licht ausgeführt, weil, wie die Experimente von A. H. Blaauw¹⁾ beweisen, die roten Strahlen die geringste Fähigkeit besitzen phototropische Krümmungen hervorzurufen. Zu diesem Zweck stülpte ich über die elektrische Lampe eine rote Glasglocke, die, wie ich mich mittels Spektroskops überzeugte, ausschließlich rote Strahlen durchließ.

Die Vorbereitung der Koleoptile suchte ich so schnell wie möglich zu beenden²⁾, denn ich dachte daran, daß sogar das rote Licht bei längerer Einwirkung phototropische Krümmungen hervorrufen kann. So überzeugte sich z. B. Blaauw, daß Haferkoleoptile in einer Entfernung von 25 cm von einer Nernstlampe, die mit einer mit Safraninlösung gefüllten Sachs-Glocke verhüllt war, nach 1·5—2 Stunden schwache Spitzenkrümmungen aufwiesen³⁾.

Die Veränderung der Lichtintensität wurde auf zweifache Weise vorgenommen: 1) durch Annäherung und Entfernung der elektrischen Lampen, 2) durch Auswechseln von Lampen von verschiedener Intensität. Die schwächsten Intensitäten⁴⁾ erhielt ich durch Verhüllen der Lampen mit englischem Seidenpapier.

Untersuchungs-Methode. Die Methode, deren ich mich bei meinen Versuchen bediente, ist in der Psychophysik unter dem Namen der Methode der Minimaländerungen bekannt⁵⁾. Es ist klar, daß es nötig war, die bezeichnete Methode für meine Zwecke entsprechend zu modifizieren, denn alle psychophysischen Methoden fußen in letzter Linie auf bewußten Äußerungen der Versuchspersonen, wir haben also hier mit Erlebnissen, psychischen Erscheinungen zu tun.

Auf dem Gebiete der Botanik müssen wir uns notwendigerweise mit der Untersuchung äußerer Reaktionen der Pflanzenorganismen auf die Wirkung verschiedener Faktoren, im gegebenen Falle auf

¹⁾ A. a. O., S. 68.

²⁾ Niemals währte die Vorbereitung länger als 5 Minuten.

³⁾ A. a. O., S. 78.

⁴⁾ 12·5, 6·8, 5·5, 3·7 und 2·4 Meterkerzen.

⁵⁾ Betreffs der psychophysischen Forschungsmethoden siehe W. Wundt, *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, 4. Aufl., Bd. I, S. 332—358, Leipzig, 1893; W. Heinrich, *Teorye i wyniki badań psychologicznych (część pierwsza)*, Warszawa, 1902, str. 273—278).

die des Lichtes, begnügen, ohne uns auf die Analyse der Tatsache des „Empfindens“ einzulassen, umso weniger da dieses „Empfinden“ nichts Psychisches an sich hat und selbst, wenn es eine psychische Qualität wäre, die Pflanze uns von ihrem inneren Zustand nichts verrät. In bezug auf Phototropismus besteht eine solche Äußerung des Zustandes des pflanzlichen Protoplasmas im Auftreten von pros- oder apophototropischen Krümmungen.

Vor allem mußte ich den Grad der phototropischen Empfindlichkeit der Haferkoleoptile bei zweiseitiger Beleuchtung kennen lernen.

In dieser Hinsicht fand ich in der botanischen Literatur keine Andeutungen mit Ausnahme einer kurzen Bemerkung in der Abhandlung von A. Nathansohn und E. Pringsheim: Über die Summation intermittierender Lichtreize¹⁾.

Um die Anwendbarkeit des Talbot'schen Gesetzes zu beweisen, mußten diese Gelehrten die zur Untersuchung dienenden Keimlinge einer Belichtung von zwei entgegengesetzten Seiten unterwerfen. Am empfindlichsten erwiesen sich die Keimlinge von *Brassica Napus*: eine Entfernung von 1—2 cm zwischen zwei Keimlingen genügte, um die Krümmung dieser Pflanzen in entgegengesetzter Richtung zu verursachen²⁾. Hingegen zeichneten sich Haferkeimlinge durch geringere Empfindlichkeit aus³⁾.

Es ist nun begreiflich, daß die experimentelle Lösung des Problems der Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes auf phototropische Haferkoleoptilkrümmungen nur dann möglich sein wird, wenn man instande ist, den Punkt zu bestimmen, im welchem die Versuchspflanzen keine Krümmungen aufweisen; denn nur dann werden wir die Möglichkeit haben, die Unterschiedsschwelle zu bestimmen.

Um mich in dieser Hinsicht zu orientieren, verfuhr ich folgendermaßen: im Dunkelzimmer brachte ich auf einem 3 m 65 cm langen Tische die photometrische Bank an und bestimmte auf dieser die Stelle, in welcher die Intensität des von beiden Seiten einfallenden und von den elektrischen Lampen gelieferten Lichtes gleich war; ich nannte diesen Punkt bereits Nullpunkt. Hierauf stellte ich auf die photometrische Bank längliche Zinkkästchen mit

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45, 1907, Heft I, S. 137—190.

²⁾ A. a. O., S. 163.

³⁾ A. a. O., S. 165.

einer Reihe von Keimlingen, die eine schräg laufende gerade Linie bildeten; auf diese Weise beschatteten sich die wachsenden Keimlinge gegenseitig nicht. Der Abstand zwischen den Pflanzen betrug 3 cm. Über den Zinkkästchen brachte ich auf der Bank eine aus drei Brettchen zusammengeschlagene, innen mit mattschwarzem Papier bekleidete Verhüllung an; diese war an beiden Enden offen und gestattete sonach dem Lichte der elektrischen Lampen den Zutritt zu den Keimlingen und schützte sie gleichzeitig^e vor eventueller Seitenbelichtung, die das Ergebnis der Versuche ungünstig hätte beeinflussen können.

Die Kästchen mit den Keimlingen stellte ich derart auf, daß einer von ihnen sich im Nullpunkte befand; dieser Keimling war der Wirkung des Lichtes von gleicher Intensität von beiden Seiten ausgesetzt; hingegen waren alle übrigen Keimlinge, die sich sowohl rechts wie links vom Nullpunkte befanden, von einer Seite stärker belichtet als von der anderen. Die Exposition dauerte 3 Stunden. Bei allen Versuchen, deren Zahl 16 betrug, behielt das im Nullpunkte befindliche Koleoptil die senkrechte Lage bei; hingegen wiesen alle anderen Koleoptile eine Krümmung in der Richtung der entsprechenden Lichtquelle auf, somit krümmten sich die rechts vom Nullpunkte befindlichen Koleoptile nach rechts, dagegen die links von dem genannten Punkte wachsenden nach links.

Außer den erwähnten 16 Versuchen führte ich noch 6 andere aus, indem ich die Zinkkästchen mit einer Reihe von Keimlingen im Nullpunkte unterbrachte. Die Ergebnisse dieser 6 Experimente stelle ich in Tabelle I zusammen.

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß nur zweimal eine geringe Krümmung bei 17% der Keimlinge erreicht wurde.

TABELLE I.

Versuch	I	II	III	IV	V	VI
Zahl der Koleoptile	6	6	6	6	6	6
Belichtungs- dauer	3 ^h	2 ^h	2 ^h 40 Min.	3 ^h 40 Min.	2 ^h	2 ^h
Ergebnisse	1 schwach gekrümmt	alle gerade	1 schwach gekrümmt	alle gerade	alle gerade	alle gerade

Die Krümmungen stellen hier jedoch höchstwahrscheinlich die Nutation dar, weil sich ein Koleoptil (im Vers. I) nach rechts krümmte, hingegen das andere (im Vers. III) nach links.

Ich habe bereits bemerkt, daß sich die Haferkoleoptile, wie auch Blaauw ausführt, durch starke „phototropische Variabilität“ auszeichnen. Diese besteht darin, daß der Grad ihrer Empfindlichkeit bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen ist. Jeder Keimling bildet ein Individuum von eigenartig ausgeprägter phototropischer Empfindlichkeit, daher muß man, um aus diesen Versuchen Schlüsse allgemeiner Natur ziehen zu können, zu den Experimenten eine bedeutende Anzahl von Koleoptilen verwenden.

Um eine passende Untersuchungsmethode auszuarbeiten, mußte ich sowohl die Ergebnisse meiner bereits beschriebenen Einleitungsversuche als auch die Tatsache der phototropischen Variabilität der Koleoptile berücksichtigen.

Daher beruhte die Methode, deren ich mich bei den ferneren Versuchen bediente, auf der Bestimmung desjenigen Punktes der photometrischen Bank, in welchem 50% der Haferkoleoptile phototropische Krümmungen aufwiesen. Auf diese Weise bestimmte ich die Stelle des Eintritts der sogenannten Schwellenreaktion; gleichzeitig eliminierte ich den ungünstigen Einfluß, den die individuellen Empfindlichkeitsunterschiede der Koleoptile auf die Ergebnisse der Versuche ausüben könnten.

Die praktische Durchführung der bezeichneten Methode bestand darin, daß ich die 10 cm langen, 3 cm hohen und 2 cm breiten Zinkkästchen, die in den meisten Fällen 6 Keimlinge enthielten, auf die photometrische Bank senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen und in einer Entfernung von weniger als 3 cm vom Nullpunkte anbrachte. Darauf bemühte ich mich, durch Annähern oder Entfernen der Kästchen vom Nullpunkte die Stelle zu bestimmen, wo die Schwellenreaktion eintrat. Wenn uns nun die Entfernung dieser Stelle vom Nullpunkte bekannt ist, können wir das Verhältnis der Intensität des von beiden entgegengesetzten Seiten einfallenden Lichtes leicht berechnen.

Bezeichnen wir nun¹⁾ den Abstand zwischen der einen Lampe (L , I) und dem Nullpunkte (O) mit a und den Abstand der anderen mit b ; ferner den Abstand zwischen der Stelle des Eintritts

¹⁾ Siehe Fig. 3 (S. 477).

der Schwellenreaktion (H) und dem Nullpunkte mit m ; die Lichtintensität im Nullpunkte mit i_0 , die Lichtintensität $L. I$ im Punk-

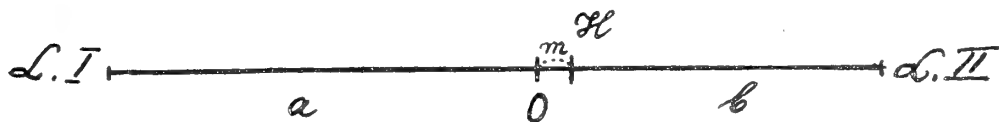


Fig. 3.

te H mit X_1 und endlich die Lichtintensität $L. II$ im selben Punkte mit X_2 , dann erhalten wir:

$$\text{I} \quad X_1 = \frac{i_0 \cdot a^2}{(a + m)^2}$$

$$\text{II} \quad X_2 = \frac{i_0 \cdot b^2}{(b - m)^2}.$$

Das Verhältniß der Intensitäten beträgt somit:

$$\text{III} \quad \frac{X_2}{X_1} = S = \frac{b^2 (a + m)^2}{a^2 (b - m)^2}.$$

Es ist klar, daß bei zweiseitiger Belichtung nur der Unterschied (r) der Lichtintensität beider Lampen, also $r = X_2 - X_1$, als der die Krümmung hervorrufende Reiz wirkt. Wir können nun die Werte für r mittels Formeln (I) und (II) bestimmen.

Das Versuchsmaterial stelle ich in 17 Tabellen (II—XVIII) zusammen, die ich hier folgen lasse.

In diesen Tabellen bezeichnet i_0 die Lichtintensität im Nullpunkte, t — die Temperatur nach Celsius, w — die Feuchtigkeit der Luft in Prozenten, m — die Entfernung der Stelle des Auftretens der Schwellenreaktion von Nullpunkte, s — das Verhältniß der Intensitäten und r — die Unterschiedsschwelle in Meterkerzen.

TABELLE II.

 $i_0 = 2.4$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 13/XII 1912 $t = 20.6$ $w = 45.3\%$	$\begin{matrix} 1) 11, & 2) 13, & 3) 10, \\ 4) 11, & 5) 13, & 6) 10 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 6 \\ (100\%) \end{matrix}$
Versuch 14/XII 1912 $t = 18.4$ $w = 47.3\%$	$\begin{matrix} 1) 25, & 2) 21, & 3) 25, \\ 4) 21, & 5) 23, & 6) 20 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (67\%) \end{matrix}$
Versuch 15/XII 1912 $t = 20.7$ $w = 53.2$	$\begin{matrix} 1) 11, & 2) 12, & 3) 14, \\ 4) 11, & 5) 12, & 6) 15 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 2 \\ (33\%) \end{matrix}$
Versuch 15/XII 1912 $t = 21.7$ $w = 50.2$	$\begin{matrix} 1) 15, & 2) 9, & 3) 18, \\ 4) 14, & 5) 17, & 6) 15 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (67\%) \end{matrix}$

$$m = 1 \text{ cm} \quad s = 1.030 \quad r = 0.072$$

TABELLE III.

 $i_0 = 3.7$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 12 XII 1912 $t = 20.7$ $w = 43.3$	$\begin{matrix} 1) 27, & 2) 23, & 3) 27, \\ 4) 21, & 5) 22, & 6) 24 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 13/XII 1912 $t = 20.3$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 25, & 2) 19, & 3) 24, \\ 4) 27, & 5) 26 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (80\%) \end{matrix}$

$$m = 1 \text{ cm} \quad s = 1.033 \quad r = 0.120$$

TABELLE IV.
 $i_0 = 5.5$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 10/XII 1912 $t = 19.5$ $w = 47.3$	$\begin{matrix} 1) 17, 2) 10, 3) 17, \\ 4) 19, 5) 16, 6) 17 \end{matrix}$	1.5 cm	6 (100%)
Versuch 12/XII 1912 $t = 19.9$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 19, 2) 19, 3) 19, \\ 4) 18, 5) 17, 6) 19 \end{matrix}$	1 cm	1 (33%)

$$m = 1.25 \text{ cm} \quad s = 1.041 \quad r = 0.223$$

TABELLE V.
 $i_0 = 6.8$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 8/XII 1912 $t = 19.9$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 20, 2) 21, 3) 20, \\ 4) 22, 5) 20, 6) 20 \end{matrix}$	1.5 cm	6 (100%)
Versuch 9/XII 1912 $t = 19.5$ $w = 43.3$	$\begin{matrix} 1) 15, 2) 13, 3) 15, \\ 4) 14, 5) 13, 6) 12 \end{matrix}$	1 cm	3 (50%)

$$m = 1 \text{ cm} \quad s = 1.033 \quad r = 0.221$$

TABELLE VI.
 $i_0 = 12.5$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 6/XII 1912 $t = 19.8$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 13, 2) 10, 3) 16, \\ 4) 8, 5) 16, 6) 15 \end{matrix}$	2 cm	6 (100%)
Versuch 7/XII 1912 $t = 20.8$ $w = 43.3$	$\begin{matrix} 1) 12, 2) 16, 3) 18, \\ 4) 14, 5) 12, 6) 14 \end{matrix}$	1.5 cm	3 (50%)

$$m = 1.5 \text{ cm} \quad s = 1.050 \quad r = 0.61$$

TABELLE VII.
 $i_0 = 20.6$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 6/IV 1912 $t = 20$	¹⁾ 16, ²⁾ 16, ³⁾ 14, ⁴⁾ 16, ⁵⁾ 17, ⁶⁾ 19, ⁷⁾ 14	18 cm	6 (86%)
Versuch 9/IV 1912 $t = 20.9$	¹⁾ 18, ²⁾ 16, ³⁾ 18, ⁴⁾ 17, ⁵⁾ 17, ⁶⁾ 19, ⁷⁾ 14	1 cm	1 (14%)
Versuch 9/IV 1912 $t = 20$	¹⁾ 22, ²⁾ 17, ³⁾ 21, ⁴⁾ 20, ⁵⁾ 19, ⁶⁾ 20	1.5 cm	4 (67%)

$$m = 1.5 \text{ cm} \quad s = 1.048 \quad r = 0.973$$

TABELLE VIII.
 $i_0 = 34.1$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 13/IV 1912 $t = 19.7$	¹⁾ 22, ²⁾ 13, ³⁾ 21, ⁴⁾ 18, ⁵⁾ 14, ⁶⁾ 10, ⁷⁾ 10	1.5 cm	2 (29%)
Versuch 16/IV 1912 $t = 21.5$	¹⁾ 13, ²⁾ 14, ³⁾ 15, ⁴⁾ 20, ⁵⁾ 15, ⁶⁾ 15, ⁷⁾ 15	2 cm	4 (57%)
Versuch 25/IV 1912 $t = 20.7$	¹⁾ 15, ²⁾ 13, ³⁾ 20, ⁴⁾ 14, ⁵⁾ 18, ⁶⁾ 19, ⁷⁾ 15	2 cm	4 (57%)

$$m = 2 \text{ cm} \quad s = 1.064 \quad r = 2.140$$

TABELLE IX.
 $i_0 = 43.6$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 21/IV 1912 $t = 21.3$	¹⁾ 20, ²⁾ 17, ³⁾ 18, ⁴⁾ 18, ⁵⁾ 17, ⁶⁾ 19	1 cm	3 (50%)
Versuch 1/V 1913 $t = 21$	¹⁾ 24, ²⁾ 20, ³⁾ 25, ⁴⁾ 22, ⁵⁾ 20, ⁶⁾ 23	1 cm	3 (50%)

$$m = 1 \text{ cm} \quad s = 1.032 \quad r = 1.39$$

TABELLE X.
 $i_0 = 57.9$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 3/XII 1912 $t = 21.4$	$\begin{matrix} 1) 12, 2) 15, 3) 16, \\ 4) 14, 5) 16, 6) 9 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 5 \\ (83\%) \end{matrix}$
Versuch 5/XII 1912 $t = 20.3$	$\begin{matrix} 1) 14, 2) 11, 3) 16, \\ 4) 16, 5) 15, 6) 11 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
$m = 1 \text{ cm} \quad s = 1.055 \quad r = 3.09$			

TABELLE XI.
 $i_0 = 69.7$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 21/IV 1912 $t = 20.3$	$\begin{matrix} 1) 27, 2) 21, 3) 25, \\ 4) 17, 5) 21 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 2 \\ (40\%) \end{matrix}$
Versuch 26/IV 1912 $t = 20$	$\begin{matrix} 1) 25, 2) 16, 3) 19, \\ 4) 17, 5) 16, 6) 15, \\ 7) 20, 8) 19 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 5 \\ (63\%) \end{matrix}$
Versuch 28/IV 1912 $t = 19.4$	$\begin{matrix} 1) 18, 2) 22, 3) 19, \\ 4) 17, 5) 21, 6) 23 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 29/IV 1912 $t = 20.4$	$\begin{matrix} 1) 16, 2) 16, 3) 18, \\ 4) 19, 5) 19, 6) 16, \\ 7) 19, 8) 15, 9) 15, \\ 10) 18 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 5 \\ (50\%) \end{matrix}$
$m = 1.5 \text{ cm} \quad s = 1.048 \quad r = 3.28$			

TABELLE XII.
 $i_0 = 82.4$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 1/XII 1912 $t = 20$	$\begin{matrix} 1) 15, 2) 18, 3) 17, \\ 4) 16, 5) 14, 6) 15 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (66\%) \end{matrix}$
Versuch 2/XII 1912 $t = 19.3$	$\begin{matrix} 1) 15, 2) 13, 3) 17, \\ 4) 15, 5) 16, 6) 17 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 2 \\ (33\%) \end{matrix}$
$m = 1.25 \text{ cm} \quad s = 1.084 \quad r = 6.7$			

TABELLE XIII.

 $i_0 = 102.1$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 4/I 1913 $t = 20.9$ $w = 46.3$	$\begin{matrix} 1) 21, 2) 30, 3) 34, \\ 4) 32, 5) 29, 6) 29 \end{matrix}$	1.5 cm	1 (17%)
Versuch 5/I 1913 $t = 20.1$ $w = 47.3$	$\begin{matrix} 1) 22, 2) 27, 3) 25, \\ 4) 24, 5) 21, 6) 26 \end{matrix}$	1.5 cm	2 (33%)
Versuch 5/I 1913 $t = 21.9$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 26, 2) 26, 3) 28, \\ 4) 30, 5) 27, 6) 28 \end{matrix}$	1.5 cm	3 (50%)
Versuch 6/I 1913 $t = 20.3$ $w = 44.3$	$\begin{matrix} 1) 18, 2) 19, 3) 21, \\ 4) 20, 5) 15, 6) 21 \end{matrix}$	1.5 cm	5 (83%)
Versuch 7/I 1913 $t = 20.7$ $w = 44.3$	$\begin{matrix} 1) 18, 2) 20, 3) 18, \\ 4) 22, 5) 21, 6) 22 \end{matrix}$	1 cm	3 (50%)

$$m = 1.25 \text{ cm} \quad s = 1.070 \quad r = 6.949$$

TABELLE XIV.

 $i_0 = 174.4$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 7/V 1912 $t = 19.8$	$\begin{matrix} 1) 22, 2) 24, 3) 20, \\ 4) 19, 5) 23, 6) 19, \\ 7) 21, 8) 21 \end{matrix}$	1 cm	4 (50%)

$$m = 1 \text{ cm} \quad s = 1.065 \quad r = 11$$

TABELLE XV.

 $i_0 = 220$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 8/I 1913 $t = 19.6$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 16, 2) 20, 3) 18, \\ 4) 19, 5) 17, 6) 16, \\ 7) 17, 8) 16 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 8/I 1913 $t = 20.8$ $w = 43.3$	$\begin{matrix} 1) 21, 2) 20, 3) 17, \\ 4) 20, 5) 19, 6) 16, \\ 7) 22, 8) 18 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 5 \\ (63\%) \end{matrix}$
Versuch 9/I 1913 $t = 19.7$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 14, 2) 16, 3) 16, \\ 4) 14, 5) 14, 6) 17, \\ 7) 15, 8) 14 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (38\%) \end{matrix}$
Versuch 9/I 1913 $t = 20.6$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 13, 2) 23, 3) 20, \\ 4) 17, 5) 20, 6) 20, \\ 7) 17, 8) 24 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 2 \\ (25\%) \end{matrix}$

$$m = 1.25 \text{ cm} \quad s = 1.095 \quad r = 20$$

TABELLE XVI.

 $i_0 = 278.8$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 4/V 1912 $t = 18.8$	$\begin{matrix} 1) 14, 2) 16, 3) 17, \\ 4) 15, 5) 21, 6) 14, \\ 7) 16, 8) 22, 9) 14 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (44\%) \end{matrix}$

$$m = 1.5 \text{ cm} \quad s = 1.098 \quad r = 26.1$$

TABELLE XVII.

 $i_0 = 301.6$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 29 XII 1912 $t = 22.1$ $w = 51.2$	$\begin{matrix} 1) 18, 2) 15, 3) 10, \\ 4) 15, 5) 15, 6) 16 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 1 I 1913 $t = 21.4$ $w = 48.3$	$\begin{matrix} 1) 18, 2) 20, 3) 18, \\ 4) 19, 5) 13, 6) 21 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 3 I 1913 $t = 19.7$ $w = 49.4$	$\begin{matrix} 1) 18, 2) 18, 3) 20, \\ 4) 18, 5) 16, 6) 18 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 2 \\ (33\%) \end{matrix}$
Versuch 3 I 1913 $t = 20.5$ $w = 47.3$	$\begin{matrix} 1) 20, 2) 20, 3) 22, \\ 4) 20, 5) 22, 6) 20 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 1 \\ (17\%) \end{matrix}$

 $m = 1.25$ cm $s = 1.113$ $r = 32.4$

TABELLE XVIII.

 $i_0 = 411.6$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 19 XII 1912 $t = 20$ $w = 45.3$	$\begin{matrix} 1) 16, 2) 12, 3) 15, \\ 4) 14, 5) 14, 6) 15 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 20/XII 1912 $t = 21.3$ $w = 48.3$	$\begin{matrix} 1) 34, 2) 28, 3) 32, \\ 4) 25, 5) 35, 6) 32 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (67\%) \end{matrix}$
Versuch 21/XII 1912 $t = 22.1$ $w = 44.3$	$\begin{matrix} 1) 25, 2) 25, 3) 26, \\ 4) 27, 5) 26, 6) 33 \end{matrix}$	1.5 cm	$\begin{matrix} 3 \\ (50\%) \end{matrix}$
Versuch 22/XII 1912 $t = 21.6$ $w = 43.3$	$\begin{matrix} 1) 19, 2) 22, 3) 20, \\ 4) 17, 5) 21, 6) 19 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 4 \\ (67\%) \end{matrix}$
Versuch 24/XII 1912 $t = 21.5$ $w = 49.3$	$\begin{matrix} 1) 22, 2) 20, 3) 19, \\ 4) 21, 5) 21, 6) 21 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} 1 \\ (17\%) \end{matrix}$

 $m = 1.25$ cm $s = 1.134$ $r = 52$

Die Tabelle XIX enthält die summarische Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

TABELLE XIX.

i_0	s	$r \setminus$
2.4	1.030	0.072
3.7	1.033	0.120
5.5	1.041	0.223
6.8	1.033	0.221
12.5	1.050	0.61
20.6	1.048	0.973
34.1	1.064	2.140
43.6	1.032	1.39
57.9	1.055	3.09
69.7	1.048	3.28
82.4	1.084	6.7
102.1	1.070	6.949
174.4	1.065	11.000
220.0	1.095	20.000
278.8	1.098	26.1
301.6	1.113	32.4
411.6	1.134	52.000

Wir ersehen aus dieser Tabelle, daß das Verhältnis der Intensitäten des von beiden Seiten fallenden Lichtes in gewissen Grenzen der Lichtintensität (2.4—102.1 Meterkerzen) konstant bleibt, daß somit das Weber'sche Gesetz in bestimmten Grenzen für phototropische Krümmungen der Koleoptile von Avena gilt. Mit der weiteren Zunahme der Lichtintensität vergrößert sich beständig das Verhältnis der Intensitäten.

Ich habe bereits wiederholt bemerkt, daß das Werk von Massart einer scharfen Kritik unterzogen wurde. Da ich mich bei meinen Versuchen einer der Massart'schen im Prinzip sehr ähn-

lichen Methode bediente, möchte ich die gegen Massart's Verfahren erhobenen Einwände näher besprechen.

„Le temps pendant lequel on laisse agir la lumière — heißt es bei Massart — constitue un facteur important. Lorsque la durée de l'expérience est trop faible, la courbure n'est pas nette. Quand la lumière exerce son action pendant trop longtemps, les *Phycomyces* rapprochés du O peuvent eux-mêmes présenter la courbure, même pour une lumière de faible intensité“ ¹⁾

Es geht also daraus hervor, daß Massart beobachtete, daß die Vergrößerung der Belichtungsdauer von der Verkleinerung des Intensitätsverhältnisses begleitet wird ²⁾.

Daher fährt auch der belgische Gelehrte fort: „Cette fraction (d. i. 0.18) aurait probablement été plus faible, si la lumière avait agi pendant plus de quatre heures“ ³⁾.

Hauptsächlich dieses Zitat hat Blaauw Anlaß zu seiner rücksichtslosen Kritik gegeben.

Indem sich Blaauw ⁴⁾ auf das von ihm selbst festgestellte „Präsentationszeitgesetz“ ⁵⁾ stützt, schließt er folgendermaßen:

Bezeichnen wir die Dauer der Exposition mit Z , die Intensität der zwei entgegengesetzten Lichtquellen mit I und i , so soll dann das Verhältnis $\frac{Z \cdot I}{Z \cdot i}$ konstant bleiben, insofern das Weber'sche Gesetz sich auf phototropische Reaktion der Sporangienträger von *Phycomyces nitens* bezieht.

Wenn wir nun die entgegengesetzten Seiten der Versuchspflanzen während desselben Zeitraums belichten, muß das Verhältnis $\frac{I}{i}$ konstant bleiben, gleichviel ob die Expositionsdauer Änderungen unterworfen war, oder nicht. Wenn nun aus den Massart'schen Versuchen hervorgeht, daß dies Verhältnis der Intensitäten sich

¹⁾ A. a. O., S. 596.

²⁾ Vergleiche A. Nathansohn u. E. Pringsheim, a. a. O., S. 163.

³⁾ A. a. O., S. 598.

⁴⁾ A. a. O., S. 143—144.

⁵⁾ A. Tröndle nennt in seiner äußerst interessanten Arbeit „Der Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut“ (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48, 1910, S. 171—279) das Gesetz der Konstanz des Quotienten aus der Reizintensität und der Präsentationszeit das „Präsentationszeitgesetz“. Ich bediene mich hier ebenfalls dieser sehr bequemen Bezeichnung.

mit der Variation der Belichtungsdauer ändert, dann bezieht sich wie Blaauw annimmt, das Weber'sche Gesetz nicht auf phototropische Krümmungen von *Phycomyces nitens*.

Es scheint mir, daß Blaauw's Behauptung auf Irrtum beruht.

Vor allem geht schon direkt aus dem von Blaauw festgestellten Präsentationszeitgesetze hervor, daß die von ihm in seiner Kritik geforderte vollständige Unabhängigkeit von der Belichtungsdauer geradezu unverständlich wäre: beweisen ja doch Blaauw's eigene Versuche, daß jeder Reizintensität eine bestimmte Präsentationszeit entspricht, daß somit eine kürzer dauernde Belichtung bei gleicher Lichtintensität die Reaktion hervorzurufen nicht imstande ist.

Ferner läßt sich das Weber'sche Gesetz, wie bekannt, nur in gewissen Grenzen der Reizintensitäten anwenden ¹⁾; wenn wir nun

TABELLE XX.

 $i_0 = 30.6$ Meterkerzen.
Exposition = 2^h.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 10/I 1913 $t = 19.9$ $w = 47.3$	1) 17, 2) 18, 3) 15, 4) 15, 5) 17, 6) 13	2 cm	1 (17%)
Versuch 10/I 1913 $t = 20.4$ $w = 44.3$	1) 19, 2) 19, 3) 17, 4) 17, 5) 22, 6) 19	2.5 cm	2 (33%)
Versuch 10/I 1913 $t = 20.4$ $w = 44.3$	1) 23, 2) 24, 3) 27, 4) 21, 5) 22, 6) 22	3 cm	4 (67%)
Versuch 11/I 1913 $t = 20.4$ $w = 43.3$	1) 13, 2) 17, 3) 16, 4) 16, 5) 15, 6) 13	3 cm	4 (67%)
Versuch 11/I 1913 $t = 21$ $w = 44.3$	1) 21, 2) 22, 3) 15, 4) 17, 5) 18, 6) 18	2.5 cm	2 (33%)

$$m = 2.75 \text{ cm} \quad s = 1.091 \quad r = 2.664$$

¹⁾ Sieh z. B. Höffding, Psychologie im Umriss auf Grund der Erfahrung (Warschau, polnisch 1911, S. 178); W. Wundt, a. a. O., Bd. I, S. 360.

die Expositionszeit verlängern oder verkürzen, so vergrößern oder vermindern wir somit auch das Quantum der auf die Pflanzen wirkenden Lichtenergie, folglich könnte die Änderung der Bruchgröße 0·18 durch das eventuelle Überschreiten der oberen oder der unteren Grenze der Reizkraft verursacht werden.

Um mich nicht ausschließlich auf diese Auseinandersetzungen zu beschränken, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, um die Beziehung zwischen der Größe des Verhältnisses der Intensitäten (S) und der Belichtungsdauer herauszufinden.

Ich lasse hier das bezügliche Versuchsmaterial in 6 Tabellen (XX—XXV S. 487—491) folgen.

TABELLE XXI.

 $i_0 = 33\cdot8$ Meterkerzen.Exposition = 2^b.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 12/I 1913 $t = 20\cdot1$ $w = 42\cdot3$	¹⁾ 17, ²⁾ 15, ³⁾ 16, ⁴⁾ 15, ⁵⁾ 15, ⁶⁾ 18	3 cm	2 (33 ⁰ / ₀)
Versuch 14/I 1913 $t = 19\cdot6$ $w = 41\cdot3$	¹⁾ 21, ²⁾ 27, ³⁾ 16, ⁴⁾ 28, ⁵⁾ 20, ⁶⁾ 20	3 cm	2 (33 ⁰ / ₀)
Versuch 15/I 1913 $t = 20$ $w = 42\cdot3$	¹⁾ 14, ²⁾ 19, ³⁾ 19, ⁴⁾ 14, ⁵⁾ 14, ⁶⁾ 16	3 cm	1 (17 ⁰ / ₀)
Versuch 17/I 1913 $t = 21\cdot5$ $w = 40\cdot3$	¹⁾ 10, ²⁾ 11, ³⁾ 12, ⁴⁾ 10, ⁵⁾ 14, ⁶⁾ 9	3·5 cm	3 (50 ⁰ / ₀)
Versuch 18/I 1913 $t = 21\cdot2$ $w = 40\cdot3$	¹⁾ 21, ²⁾ 28, ³⁾ 21, ⁴⁾ 20, ⁵⁾ 28, ⁶⁾ 25	3·5 cm	6 (100 ⁰ / ₀)
Versuch 26/I 1913 $t = 20\cdot9$ $w = 45\cdot3$	¹⁾ 24, ²⁾ 24, ³⁾ 20, ⁴⁾ 28, ⁵⁾ 21, ⁶⁾ 27	3 cm	2 (33 ⁰ / ₀)
Versuch 27/I 1913 $t = 21$ $w = 46\cdot3$	¹⁾ 17, ²⁾ 18, ³⁾ 17, ⁴⁾ 16, ⁵⁾ 18, ⁶⁾ 18	3·5 cm	1 (17 ⁰ / ₀)
Versuch 28/I 1913 $t = 21\cdot9$ $w = 50\cdot2$	¹⁾ 17, ²⁾ 13, ³⁾ 12, ⁴⁾ 14, ⁵⁾ 16, ⁶⁾ 17	3·5 cm	4 (67 ⁰ / ₀)

 $m = 3\cdot25$ cm $s = 1\cdot113$ $r = 3\cdot628$

TABELLE XXII.
 $i_0 = 128$ Meterkerzen.
 Exposition = 2^h.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 22/I 1913 $t = 21.5$ $w = 49.3$	1) 17, 2) 16, 3) 16, 4) 20, 5) 16, 6) 20	3 cm	4 (67 ⁰ / ₀)
Versuch 24/I 1913 $t = 21.7$ $w = 45.3$	1) 22, 2) 23, 3) 21, 4) 24, 5) 21, 6) 23	3 cm	4 (67 ⁰ / ₀)
Versuch 24/I 1913 $t = 21.1$ $w = 44.3$	1) 25, 2) 23, 3) 24, 4) 23, 5) 19, 6) 28	2.5 cm	3 (50 ⁰ / ₀)

$$m = 2.75 \text{ cm} \quad s = 1.186 \quad r = 21.894$$

TABELLE XXIII.
 $i_0 = 47.1$ Meterkerzen.
 Exposition = 30 Min.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 8 II 1913 $t = 23.8$ $w = 43.3$	1) 16, 2) 16, 3) 17, 4) 18, 5) 17, 6) 15	3 cm	Nach 30 Min. 0 ⁰ / ₀ " 45 " 0 " " 60 " 33 " " 1 ^h 15 " 50 " " 1 ^h 30 " 83 " " 1 ^h 45 " 100 "
Versuch 10/II 1913 $t = 20.7$ $w = 48.3$	1) 17, 2) 18, 3) 19, 4) 13, 5) 20	3 cm	Nach 30 Min. 80 ⁰ / ₀ " 45 " 80 " " 1 ^h 00 " 100 "
Versuch 10/II 1913 $t = 20.3$ $w = 53.2$	1) 18, 2) 21, 3) 17, 4) 21, 5) 17, 6) 19	2 cm	Nach 30 Min. 33 ⁰ / ₀ " 45 " 33 " " 1 ^h 00 " 17 "
Versuch 12/II 1913 $t = 22.4$ $w = 47.3$	1) 15, 2) 11, 3) 17, 4) 16, 5) 18, 6) 20	2.5 cm	Nach 30 Min. 50 ⁰ / ₀ " 45 " 83 " " 1 ^h 00 " 67 " " 1 ^h 15 " 67 "
Versuch 13/II 1913 $t = 23.3$ $w = 44.3$	1) 17, 2) 20, 3) 14, 4) 15, 5) 15, 6) 16	2 cm	Nach 30 Min. 17 ⁰ / ₀ " 45 " 33 " " 1 ^h 00 " 33 " " 1 ^h 15 " 17 " " 1 ^h 30 " 0 "

$$m = 2.25 \text{ cm} \quad s = 1.075 \quad r = 3.402$$

TABELLE XXIV.

 $i_0 = 188.4$ Meterkerzen.

Exposition = 30 Min.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile		
Versuch 14/II 1913	¹⁾ 12, ²⁾ 9,	2.5 cm	Nach	30 Min.	33%
$t = 20.5$	³⁾ 11, ⁴⁾ 14,		"	45 "	33 "
$w = 47.3$	⁵⁾ 13, ⁶⁾ 10		"	1 ^h 00 "	17 "
			"	1 ^h 15 "	0 "
Versuch 16/II 1913	¹⁾ 23, ²⁾ 25,	3 cm	Nach	30 Min.	67%
$t = 20.3$	³⁾ 25, ⁴⁾ 27,		"	45 "	83 "
$w = 45.3$	⁵⁾ 27, ⁶⁾ 25		"	1 ^h 00 "	50 "
Versuch 15/II 1913	¹⁾ 11, ²⁾ 12,	3 cm	Nach	35 Min.	17%
$t = 21.8$	³⁾ 13, ⁴⁾ 11,		"	45 "	33 "
$w = 44.8$	⁵⁾ 14, ⁶⁾ 13		"	1 ^h 00 "	33 "
			"	1 ^h 15 "	33 "
			"	1 ^h 30 "	50 "
			"	1 ^h 45 "	50 "
			"	2 ^h 00 "	33 "
Versuch 17/II 1913	¹⁾ 21, ²⁾ 18,	2.5 cm	Nach	30 Min.	17%
$t = 19.9$	³⁾ 18, ⁴⁾ 20,		"	45 "	17 "
$w = 40.3$	⁵⁾ 17, ⁶⁾ 16		"	1 ^h 00 "	33 "
			"	1 ^h 15 "	0 "
Versuch 17/II 1913	¹⁾ 27, ²⁾ 30,	2.5 cm	Nach	30 Min.	17%
$t = 21$	³⁾ 27, ⁴⁾ 25,		"	45 "	17 "
$w = 45.3$	⁵⁾ 25, ⁶⁾ 26		"	1 ^h 00 "	33 "
			"	1 ^h 15 "	50 "
			"	1 ^h 30 "	67 "
			"	1 ^h 45 "	67 "

$$m = 2.75 \text{ cm} \quad s = 1.192 \quad r = 33.28$$

Ich bemerke, daß nach einer Belichtung von 30 Minuten bzw. von 15 Minuten eine Nachwirkung der Exposition beobachtet wurde.

Aus den obigen 6 Tabellen geht hervor, daß mit Verkürzung der Expositionszeit das Verhältnis der Intensitäten wächst. So z. B. beträgt der Wert des Verhältnisses der Intensitäten (S) bei gleicher Lichtintensität im Nullpunkte ($i_0 = 188.4$ Meterkerzen):

Exposition: 30 Min 15 Min.

 S : 1.192 1.250

TABELLE XXV.

 $i_0 = 188.4$ Meterkerzen.

Exposition = 15 Min.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand der Koleoptile vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile		
			Nach	30 Min.	0%
Versuch 19/II 1913 $t = 20.8$ $w = 45.3$	1) 11, 2) 12,	2.5 cm	"	45	17 "
	3) 12, 4) 13,		"	1 ^h 00	17 "
	5) 16, 6) 12		"	1 ^h 15	17 "
			"	1 ^h 30	17 "
			Nach	30 Min.	0%
Versuch 19/II 1913 $t = 21.1$ $w = 45.3$	1) 15, 2) 17,	3 cm	"	45	0 "
	3) 18, 4) 17,		"	1 ^h 00	83 "
	5) 15, 6) 15		"	1 ^h 15	0 "
			"	1 ^h 30	0 "
			Nach	30 Min.	33%
Versuch 20/II 1913 $t = 22.3$ $w = 40.3$	1) 12, 2) 12,	4 cm	"	45	67 "
	3) 12, 4) 13,		"	1 ^h 00	83 "
	5) 12, 6) 13		"	1 ^h 15	83 "
			Nach	30 Min.	50%
Versuch 21/II 1913 $t = 21.4$ $w = 46.3$	1) 12, 2) 15,	3.5 cm	"	45	50 "
	3) 13, 4) 14,		"	1 ^h 00	50 "
	5) 12, 6) 13				
			Nach	30 Min.	0 "
Versuch 21/II 1913 $t = 21$ $w = 46.3$	1) 15, 2) 14,	3.5 cm	"	45	0 "
	3) 14, 4) 14,		"	1 ^h 00	0 "
	5) 11				
			Nach	30 Min.	50%
Versuch 22 II 1913 $t = 20.8$ $w = 45.8$	1) 29, 2) 28,	3.5 cm	"	50	83 "
	3) 30, 4) 28,		"	1 ^h 00	83 "
	5) 22, 6) 26				
			Nach	30 Min.	17%
Versuch 22 II 1913 $t = 21.5$ $w = 44.3$	1) 11, 2) 11,	3.5 cm	"	45	33 "
	3) 12, 4) 10,		"	1 ^h 00	33 "
	5) 15, 6) 13		"	1 ^h 15	33 "
			"	1 ^h 30	50 "
			"	1 ^h 45	33 "

$$m = 3.5 \text{ cm} \quad s = 1.250 \quad r = 42.53$$

Wir werden nun versuchen, die Vergrößerung des Verhältnisses der Intensitäten, die mit der Verkürzung der Belichtungsdauer verbunden ist, zu erklären.

Zu diesem Zwecke müssen wir zuerst an die Ergebnisse der Versuche E Pringsheim's anknüpfen, die in seiner Arbeit „Stu-

dien zur heliotropischen Stimmung und Präsentationszeit“¹⁾ angegeben sind und die sich mit dem Einfluß der Stimmung auf die Präsentationszeit beschäftigen²⁾.

Pringsheim geht von der Annahme aus, daß die verringerte Empfindlichkeit gegen die Wirkung des Lichtes, folglich, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, die Stimmungserhöhung, eine Verlängerung der Präsentationszeit zur Folge hat.

Die Versuche haben die Richtigkeit dieser Annahme bestätigt.

Die Methodik der Pringsheim'schen Versuche bestand darin, daß man Haferkeimlinge, ehe sie der Wirkung einer einseitigen Belichtung ausgesetzt wurden, auf dem Klinostaten um eine Vertikalachse rotieren ließ und sie gleichzeitig belichtete; dieselbe Lichtstärke sollte späterhin einseitig wirken.

Infolge der Rotation auf dem Klinostaten gewöhnten sich die Versuchsobjekte an das Licht von gegebener Intensität und wurden infolgedessen weniger empfindlich gegen die weitere, aber schon einseitige Wirkung desselben Faktors.

Ich führe hier die 4. Tabelle Pringsheim's (a. a. O., S.438) an:

Vorbelichtung	Präsentationszeit
0 Min.	8 — 10 Sek.
1 "	20 — 30 "
2 "	110—120 "
3 "	140—160 "
5 "	6 Min.
10 "	6 — 8 "
20 "	6 — 8 "

Unter Berücksichtigung der Zahlen obiger Tabelle und der Tabelle V (a. a. O., S. 439), die ich hier nicht anführe, konstruierte Pringsheim eine Kurve, die die Beziehung zwischen der Dauer der Vorbelichtung und der Präsentationszeit ausdrückte, indem er die Vorbelichtung als Abszissen und die entsprechenden Präsentationszeiten als Ordinaten auftrug.

Die genannte Kurve³⁾ folgt untenstehend:

¹⁾ Beiträge z. Biol. d. Pfl., Bd. IX, Heft III, 1909, S. 415—476.

²⁾ A. a. O., S. 435—441.

³⁾ Pringsheim, a. a. O., S. 439.

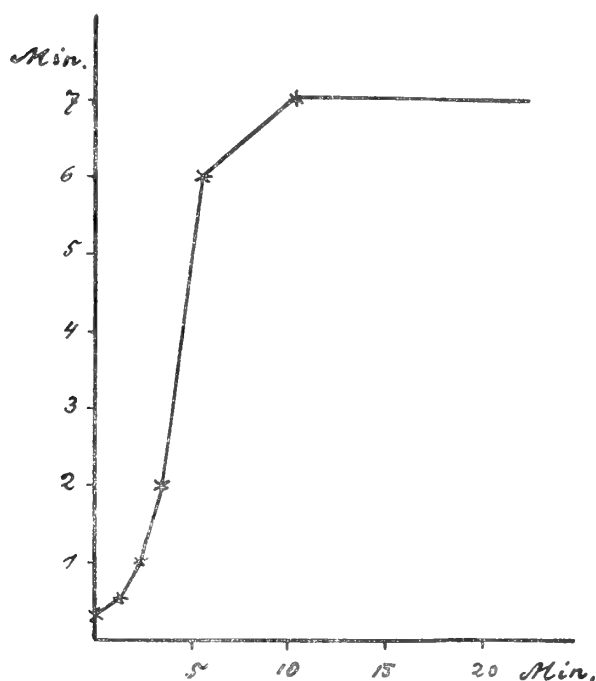


Fig. 4.

Aus dem Verlaufe dieser Kurve zieht Pringsheim folgenden Schluß:

„Schon nach etwa 20 Minuten konnte bei den gewählten Lichtintensitäten eine weitere Veränderung der Präsentationszeiten nicht mehr konstatiert werden, so daß diese auch nach vier Stunden Belichtungszeit nicht größer waren, als nach 20 Minuten dauernder“ (a. a. O., S. 439).

Diese Verminderung der Empfindlichkeit gegen die Wirkung des Lichtes oder das Wachsen der Stimmung nimmt also anfangs rasch zu, verlangsamt sich später immer mehr, und schon nach Ablauf von 20 Min. wird die Stimmung konstant.

Betrachten wir nun die Tabellen XXVI und XXVII, die auf Grund unserer Tabellen VIII, XXI, XXIV und XXV zusammengestellt wurden; α bezeichnet hier den Quotienten der phototropisch wirkenden Lichtintensität und der entsprechenden Belichtungsdauer.

TABELLE XXVI.

Exposition = 2 ^h	Exposition = 3 ^h
$i_0 = 33.8$	$i_0 = 34.1$
$S = 1.113$	$S = 1.064$
$r = 3.628$	$r = 2.140$
$\alpha = 7.2$	$\alpha = 6.4$

TABELLE XXVII.

$i_0 = 188.4$	
Exposition 15 Min.	Exposition 30 Min.
$S = 1.250$	$S = 1.192$
$r = 42.53$	$r = 33.28$
$\alpha = 10.6$	$\alpha = 16.6$

Die in diesen Tabellen enthaltenen Zahlen könnten wir uns auf Grund folgender Annahme erklären: das Auftreten der Schwellenreaktion wird bei der gegebenen Höhe der Stimmung und der gegebenen Lichtintensität durch ein bestimmtes Quantum phototropisch wirkender Lichtenergie bedingt; daher wird auch die Dauer der Exposition bei Aufrechterhaltung derselben Lichtintensität von der entsprechenden Änderung des Intensitätsverhältnisses begleitet, mit anderen Worten, wir müssen wiederum dasselbe Quantum phototropisch wirkender Energie zuführen, damit die Schwellenreaktion hervorgerufen wird, insofern wir natürlich ein Material von konstanter Stimmung besitzen.

Aus Tabelle XXVI geht hervor, daß durch die Vergrößerung der Expositionsdauer um eine Stunde die Zunahme des Energiequantums, das zum Hervorrufen der Reaktion nötig ist, nicht bewirkt wird; diese Tatsache läßt sich durch die Annahme erklären, daß wir diesmal mit Pflanzen von konstant gewordener Stimmung zu tun hatten.

Hingegen geht aus Tabelle XXVII hervor, daß der von 15

auf 30 Min. vergrößerten Expositionsdauer die Zunahme des zum Hervorrufen der Schwellenreaktion nötigen Lichtenergiequantums folgt. Auch diese Tatsache wird klar, wenn wir die obenangeführten Versuche von Pringsheim berücksichtigen: eine Exposition von 15 Min. bewirkt noch keine Konstanz der Stimmung; da diese noch immer weiter wächst, muß das Quantum der Lichtenergie, welche die Reaktion bei einer Expositionsdauer von 30 Min. hervorruft, größer sein als das Quantum, welches zum Hervorrufen der Reaktion bei 15 Min. langer Belichtung genügt.

Indem wir nun alles zusammenstellen, was wir in Sachen der Kritik, die die Massart'sche Arbeit seitens Blaauw erfuhr, bisher anführten, sehen wir deutlich und müssen es nochmals betonen, daß eine Änderung der Größe des Verhältnisses der Intensitäten, welche bei gleichzeitiger Änderung der Expositionsdauer stattfindet, keinen Beweis für die Nichtanwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes liefert.

Ich möchte noch bemerken, daß auch Blaauw die Möglichkeit des Beweises der Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes „in gewissen Grenzen“ anerkennt (und darum handelt es sich eben): „Nun gibt es natürlich wohl — sagt der holländische Gelehrte¹⁾ — eine gewisse kurze Zone über dem Schwellenwert und bevor die maximale Reaktion erreicht wird, worauf sich die Fechner'sche Formel so ungefähr anwenden ließe“.

Was nun den Einwand anbelangt, der durch A. Nathansohn und E. Pringsheim²⁾ gegen Massart's Untersuchungsmethode erhoben wurde, so besteht er in der Behauptung, daß Massart in seinen Versuchen die Unterschiedsschwellen eigentlich gar nicht bestimmt hat. In der Tat geht aus der Arbeit Massart's, der seine Ergebnisse doch allzu summarisch behandelte, nicht klar hervor, ob er die Kulturen von *Phycomyces nitens* auch in kleineren Entfernungen als 2·5 cm vom Nullpunkte anbrachte. Dieser Einwand trifft aber die von mir angewendete Untersuchungsmethode nicht.

Psychophysische Untersuchungen, die die Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes auf Lichtempfindungen betreffen, zeigen, daß die Erscheinung der Adaptation der Netzhaut, die in mancherlei

¹⁾ A. a. O., S. 140.

²⁾ A. a. O., S. 163—164.

Hinsicht der Änderung der Stimmung bei den Pflanzen entspricht, die genaue Feststellung der Anwendbarkeit des genannten Gesetzes erschwert.

Es haben auch in der Tat diejenigen Autoren die meist überzeugenden Ergebnisse erreicht, die bemüht waren, durch eine entsprechende Versuchseinrichtung die Fehler auszuschließen, die aus der Nichtberücksichtigung der Adaptation hervorgingen¹⁾.

Daher behauptet auch E. Pringsheim ganz richtig in seiner Arbeit: „Einfluß der Beleuchtung auf die heliotropische Stimmung“ (S. 299), daß auch Botaniker sich des Materials von konstanter Stimmung²⁾ bedienen sollten, wenn sie die Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes auf phototropische Krümmungen festzustellen beabsichtigen.

Aus diesem Grunde erscheint auch eine verhältnismäßig lange Exposition (3 Stunden), der ich mich bei meinen Versuchen bediente, methodologisch gerechtfertigt, da sie zu der Voraussetzung berechtigt, daß sich Versuchsobjekte im Zustande der konstanten Stimmung befinden.

Wenn man jedoch ganz genau vorgehen wollte, so müßte man zuerst die Bedingungen aufsuchen, bei welchen die Stimmung bei zweiseitiger Belichtung konstant wird. Zu diesem Zwecke müßte man sich jedoch der Beziehung, die zwischen der Präsentationszeit und der Vorbelichtungsdauer besteht, bedienen. Die Bestimmung der Präsentationszeit ist jedoch bei zweiseitiger Belichtung, wie ich mich selbst überzeugte, eine außerordentlich ermüdende Arbeit.

Aus meinen wenigen Versuchen (— es waren ihrer kaum zehn —) würde hervorgehen, daß die Präsentationszeiten bei zweiseitiger Belichtung bedeutend größer sind als diejenigen, welche wir bei einseitiger Belichtung erhalten.

Die Methodik der erwähnten 10 Versuche bestand darin, daß ich die Haferkeimlinge stets in gleicher Entfernung vom Nullpunkte unterbrachte, sie während einer bestimmten Zeit belichtete,

¹⁾ Vgl. z. B. W. Wundt, a. a. O., Bd. I, S. 375: „... daß das Weber'sche Gesetz umso vollständiger zutrifft, eine je vollkommenere Adaptation bei jeder Lichtstärke eingetreten ist“. Vergleich auch O. Schirmer, Über die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes für den Lichtsinn, S. 126, 132. (Archiv f. Ophthalmologie, Bd. 36, Ab. IV, 1890, S. 121—149).

²⁾ Beiträge z. Biol. d. Pfl., Bd. IX., Heft 2, 1907, S. 263—303.

hierauf die Nachwirkung der Exposition beobachtete und den Zustand der Koleoptile alle 15 Min. notierte.

Bei diesen Versuchen bediente ich mich einer Lichtintensität von 128 Meterkerzen; die phototropisch wirkende Intensitätsdifferenz betrug 21·894 Meterkerzen; die entsprechende experimentell gefundene Präsentationszeit betrug 15 Min. und die Reaktionszeit 1 Stunde 45 Min.

Hingegen erhielt Blaauw bei Anwendung einer Lichtintensität von 18·94 Meterkerzen bei einseitiger Belichtung für die Präsentationszeit den Wert einer Sekunde!¹⁾.

Das Problem der Bedingungen, unter welchen die Stimmung bei zweiseitiger Belichtung konstant wird, verdient zweifellos eine genaue experimentelle Bearbeitung, und daher habe ich die Absicht, meine nächste Abhandlung der Lösung dieses Problems zu widmen.

Außer der Abhängigkeit zwischen der Dauer der Vorbelichtung und der Präsentationszeit könnte man sich noch einer anderen Methode bedienen, und zwar könnten wir die Dauer der Vorbelichtung der Pflanzen im Nullpunkte ändern und die Intensitätsverhältnisse bestimmen, die den Vorbelichtungen von verschiedener Dauer im Nullpunkte entsprechen; wenn wir beispielsweise nach Bestimmung des Intensitätsverhältnisses, das einer Vorbelichtung von 30 Min. im Nullpunkte entspricht, feststellten, daß dieses Verhältnis keiner Änderung unterliegt, wenn wir die Dauer der Vorbelichtung vergrößern, so könnten wir mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß bei zweiseitiger Belichtung die Stimmung schon nach 30 Min. konstant wird.

Durch Vergleich der durch beide Methoden erhaltenen Ergebnisse könnte jene Wahrscheinlichkeit den Grad vollkommener Sicherheit erhalten.

Zum Schluß möchte ich noch eine außerordentlich wichtige Erscheinung besprechen, die ich beobachtete, als ich bei einer Exposition von 15 Min. das Verhältnis der Lichtintensitäten, das einer 47·1-Meterkerzen-Lichtintensität ($i_0 = 47·1$ Meterkerzen) entsprach, bestimmte.

¹⁾ A. a. O., S. 21.

Die ersten zwei Versuche ergaben nichts prinzipiell Neues, wie dies aus Tabelle XXVIII hervorgeht:

TABELLE XXVIII.
 $i_0 = 47.1$ Meterkerzen.

	Höhe der Koleoptile in mm	Abstand vom Nullpunkt	Zahl der gekrümmten Koleoptile
Versuch 23/II 1913 $t = 21.9$ $w = 45.3$	1) 12, 2) 12, 3) 12, 4) 13, 5) 12, 6) 14	3 cm	Nach 30 Min. 17% " 45 " 17 " " 1 ^h 00 " 17 " " 1 ^h 15 " 0 "
Versuch 24/II 1913 $t = 21.5$ $w = 42.3$	1) 28, 2) 28, 3) 29, 4) 27, 5) 28, 6) 28	3 cm	Nach 30 Min. 67% " 45 " 100 " " 1 ^h 00 " 100 "

Als ich hingegen die Kästchen mit den Pflanzen in einer Entfernung von 2.5 cm vom Nullpunkte mit Beibehaltung derselben Lichtintensität ($i_0 = 47.1$ Meterkerzen) aufstellte, so ergab sich eine Reaktion, deren Verlauf mich außerordentlich verwunderte und mir anfangs Grund zu der Annahme gab, daß ich nach Beendigung der Belichtung unvorsichtigerweise das Kästchen um einen Winkel von 180° verrückte und daß ich den Zustand der Keimlinge notierte, ohne den begangenen Fehler bemerkt zu haben. Jedoch fernere unter gleichen Bedingungen ausgeführte Versuche, die zweifellos von diesem Fehler frei waren, bestätigten die Ergebnisse des ersten Experiments vollständig.

Ich lasse nachstehend die vier betreffenden Versuche folgen; + bezeichnet darin die positive Krümmung, — die negative.

TABELLE XXIX.
Versuch I.

Höhe der Koleoptile	Reaktionsverlauf
18 mm	Nach 30 Min. 2 — (33%)
15 "	" 45 " 3 — (50%)
16 "	" 1 ^h 00 " 5 — (83%)
14 "	
15 "	
14 "	

TABELLE XXX.
Versuch II.

Höhe der Koleoptile	Reaktionsverlauf			
19 mm	Nach	30 Min.	1 —	(17 ⁰ / ₀)
20 "	"	45 "	4 —	(67 ⁰ / ₀)
19 "	"	1 ^h 00 "	5 —	(83 ⁰ / ₀)
20 "	"	1 ^h 15 "	4 —	(67 ⁰ / ₀), 1 + (17 ⁰ / ₀)
20 "	"	1 ^h 30 "	2 —	(33 ⁰ / ₀), 2 + (33 ⁰ / ₀)
21 "	"	1 ^h 45 "	1 —	(17 ⁰ / ₀), 3 + (50 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 00 "	1 —	(17 ⁰ / ₀), 5 + (83 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 15 "	0 —	(0 ⁰ / ₀), 4 + (67 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 30 "	0 —	(0 ⁰ / ₀), 3 + (50 ⁰ / ₀)

TABELLE XXXI.
Versuch III.

Höhe der Koleoptile	Reaktionsverlauf			
26 mm	Nach	30 Min.	1 —	(17 ⁰ / ₀)
25 "	"	45 "	5 —	(83 ⁰ / ₀)
31 "	"	1 ^h 00 "	4 —	(67 ⁰ / ₀)
25 "	"	1 ^h 15 "	3 —	(50 ⁰ / ₀)
22 "	"	1 ^h 30 "	2 —	(33 ⁰ / ₀)
26 "	"	1 ^h 45 "	2 —	(33 ⁰ / ₀), 2 + (33 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 00 "	1 —	(17 ⁰ / ₀), 3 + (50 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 15 "	1 —	(17 ⁰ / ₀), 2 + (33 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 30 "	0 —	(0 ⁰ / ₀), 1 + (17 ⁰ / ₀)

TABELLE XXXII.
Versuch IV.

Höhe der Koleoptile	Reaktionsverlauf			
19 mm	Nach	35 Min.	2 —	(33 ⁰ / ₀)
19 "	"	45 "	3 —	(50 ⁰ / ₀)
16 "	"	1 ^h 00 "	4 —	(67 ⁰ / ₀)
17 "	"	1 ^h 15 "	1 —	(17 ⁰ / ₀), 1 + (17 ⁰ / ₀)
16 "	"	1 ^h 30 "	0 —	(0 ⁰ / ₀), 1 + (17 ⁰ / ₀)
19 "	"	1 ^h 45 "	0 —	(0 ⁰ / ₀), 1 + (17 ⁰ / ₀)
	"	2 ^h 00 "	0 —	(0 ⁰ / ₀), 2 + (33 ⁰ / ₀)

Aus diesen Tabellen geht hervor, daß zuerst negative Krümmungen hervortraten und später in positive übergingen. Infolge des völlig übereinstimmenden Reaktionsverlaufes bei allen Versuchen ist die Annahme unmöglich, daß wir es hier etwa mit der Nutation zu tun haben.

Der phototropisch wirkende Unterschied der Intensitäten des Lichtes, das von zwei Seiten einfiel, betrug bei diesen Versuchen 3·779 Meterkerzen.

Negative Krümmungen bei verhältnismäßig schwachen Lichtintensitäten¹⁾ wurden nur von E. Pringsheim²⁾ beobachtet; daher sei es mir gestattet, hier in Kürze über die Versuche des genannten Forschers das Wichtigste zu berichten.

Bekanntlich ist Pringsheim der Beweis gelungen, für jede Lichtintensität experimentell die Belichtungszeit von solcher Dauer zu bestimmen, daß die Reaktion gar nicht in Erscheinung tritt und die Pflänzchen ihre senkrechte Lage beibehalten, als ob sie gar nicht belichtet worden wären.

„Dieses (d. i. Resultat) besteht darin — sagt der genannte Autor — daß bei einer gewissen Lichtintensität eine Zeit der einseitigen Belichtung gefunden werden kann, die länger als die Präsentationszeit ist und auf die keine nachträgliche Krümmung erfolgt“³⁾.

In Pringsheim's Versuchen trat jener Zustand „der Indifferenz“ gegen die Lichtwirkung nur in bestimmten Grenzen der Intensitäten des Lichtreizes hervor, die einer Entfernung von 25—200 cm von der Nernstlampe entsprachen⁴⁾. Hingegen wurde bei schwächerer Intensität, folglich bei einer Entfernung über 200 cm von der Lichtquelle, der genannte „Indifferenzzustand“ nicht beobachtet⁵⁾.

¹⁾ Negative Reaktion durch das Licht von sehr starker Intensität beobachteten bei Samenpflanzen schon N. J. C. Müller, *Botanische Untersuchungen*, 1872, Bd. I, S. 57 (Zitat aus Pfeffer, *Pflanzenphysiologie* 1904, Bd. II, S. 573) und Fr. Oltmanns, *Über positiven und negativen Heliotropismus*, S. 17, 18 (*Flora*, Bd. 83, 1897, S. 1—32).

²⁾ Studien zur heliotropischen Stimmung und Präsentationszeit, zweite Mitteilung (*Beiträge z. Biol. d. Pfl.*, Bd. IX, Heft III, 1909, S. 415—476).

³⁾ A. a. O., S. 427. Vergl. P. Fröschel, *Untersuchung über die heliotropische Präsentationszeit*, zweite Mitteilung, S. 1280 (*Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl.*, Bd. 118, Ab. I, 1909, S. 1247—1292).

⁴⁾ Pringsheim, a. a. O., S. 428.

⁵⁾ Pringsheim, a. a. O., S. 429.

Als aber Pringsheim die Versuchsobjekte einer Belichtung unterwarf, die länger dauerte als die Präsentationszeit, jedoch nicht lang genug währte, um bei gleicher Lichtintensität den Indifferenzzustand hervorzurufen, so trat zunächst die positive Krümmung ein, welcher die der Haferkoleoptilspitzen in entgegengesetzter Richtung folgte.

Pringsheim hält diese Spitzenkrümmungen für negative Reaktion und begründet diese Meinung durch folgende Argumente: „Daß die Gegenkrümmung nicht rein autotropisch ist, geht daraus hervor, daß sie umso früher bemerkbar wurde, je länger die Belichtung war, während die eigentliche Gegenreaktion erst nach dem Ausklingen der primären Reizung erscheint, so daß also der autotropische Ausgleich umso früher erfolgt, je kürzer die Reizung ist. Außerdem setzt sie an der Spitze ein, während die eigentlichen Ausgleichskrümmungen nur das gestörte Gleichgewicht wiederherstellen und die gekrümmte Zone gerade richten. Ganz besonders spricht aber gegen diese Erklärung, daß die Gegenkrümmungen oft energischer waren als die Zukrümmung, ja daß selbst dann, allerdings schwache, negative Reaktionen beobachtet werden konnten, wenn eine positive Krümmung vorher nicht sichtbar ausgeführt worden war“¹⁾.

Diese negativen Koleoptilspitzenkrümmungen, denen keine positive Reaktion vorausgegangen war, traten besonders in den Fällen hervor, wo die Belichtungsdauer etwas länger war als die Zeitdauer, die den „Indifferenzzustand“ verursachte:

„Die rein negativen Spitzenkrümmungen traten besonders, aber nicht immer, nur dann auf — sagt Pringsheim — wenn die Belichtung nicht wesentlich länger gewesen war, als sie zur Verhinderung positiver Krümmungen sein mußte. Über die Entstehungsbedingungen ist aber doch keine völlige Klarheit erlangt worden“²⁾.

Die obenerwähnten außerordentlich interessanten Tatsachen sucht Pringsheim theoretisch auf Grund bestimmter hypothetischer Voraussetzungen zu erklären.

Es muß bemerkt werden, daß es durchaus nicht leicht ist, die recht verworrenen theoretischen Erläuterungen des genannten Au-

¹⁾ A. a. O., S. 431. Im Original ist nur das Wort „negative“ gesperrt gedruckt.

²⁾ A. a. O., S. 431.

tors zu verstehen¹⁾. Daher stellen sich mir nicht alle Erläuterungen des angeführten Verfassers klar vors Auge.

Als Basis für die Darstellung der theoretischen Konzeption Pringsheim's wähle ich die schon mehrfach erwähnte Habilitationsschrift dieses Autors: „Studien zur heliotropischen Stimmung und Präsentationszeit“, sowie die Arbeit „Über die Summation intermittierender Lichtreize“²⁾, die er gemeinschaftlich mit A. Nathansohn verfaßte.

Pringsheim's Gedankengang ist folgender: Einseitige Belichtung ruft im Pflanzenorganismus eine Erregung hervor, die zur Reaktion in der Form einer Krümmung führt, daher also den Versuchsorganismus aus der ihm eigenen Gleichgewichtslage heraushebt. Die Größe der Erregung ist eine Funktion der Kraft des Lichtreizes. Die durch die Lichtwirkung hervorgerufene Erregung ruft ihrerseits eine Gegenreaktion hervor, die auf die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichtszustandes hinarbeitet, daher den Folgen der Erregung entgegenwirkt. Die Intensität der Gegenreaktion ist eine Funktion der Größe der Erregung.

Die Erregung muß einen bestimmten Intensitätsgrad erreichen, um eine positive Schwellenreaktion hervorrufen zu können. Die weitere Zunahme der Erregung hat anfangs die Zunahme der positiven Reaktion zur Folge. Sobald hingegen die Erregung eine bestimmte Höhe erreicht, so fängt sie an, im Organismus eine Tendenz zu negativen Krümmungen hervorzurufen. Der Zustand der „Indifferenz“ bildet eben den Moment des Ausgleichens der beiden entgegengesetzten Tendenzen: der positiven und der negativen³⁾.

Das Hervortreten der negativen Krümmungen hängt ebenfalls von einer bestimmten Erregungshöhe ab.

Jetzt muß noch ein besonders wichtiger Moment der Umstimmung berücksichtigt werden, der die Feststellung der negativen

¹⁾ Vergl. H. Fitting's Meinung: „Auf die theoretischen Vorstellungen, die sich der Verf. auf Grund seiner neuen Beobachtungen gebildet, und die Modifikationen, die sein Standpunkt gegenüber seiner früheren Arbeit erfahren hat, näher einzugehen, ist der Ref. außer Stande. Es ist dem Ref. nämlich trotz vieler Mühe, die er sich gegeben, nicht gelungen, die Meinungen des Verf. zu verstehen. Er möchte glauben, daß auch andere Fachgenossen in derselben Lage sein werden“. (Zeitschrift f. Bot., Bd. II, 1910, S. 195).

²⁾ Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45, 1907, Heft 1. S. 137—190.

³⁾ Vergl. Blaauw, a. a. O., S. 89.

Krümmungen bei schwachen Lichtintensitäten sehr erschwert. Denn die Größe der Erregung hängt nicht nur von der Intensität des Lichtreizes, sondern auch von dem der Pflanze im gegebenen Momente eigenen Empfindlichkeitsgrade, folglich von der Höhe der Stimmung ab. Wenn man daher die negative Krümmung bei schwacher Lichtintensität hervortreten sehen will, muß man die Belichtung im entsprechenden Momente unterbrechen, damit die längere Wirkung des Lichtes durch die Erhöhung der Stimmung die Erregung nicht zu dem Grade erniedrigt, daß sie keine negative Reaktion mehr hervorrufen kann.

Daher könnte man die von Pringsheim beobachteten negativen Krümmungen damit erklären, daß in entsprechenden Versuchen die Belichtung in dem Momente unterbrochen wurde, in dem die Erregung eine solche Intensität erreicht hatte, daß sie bei gegebener Stimmungshöhe negative Reaktion hervorrief.

Ich kann nicht präjudizieren, ob und in welchem Grade die obenerwähnte Erläuterung für sachliche Erklärungen der von mir festgestellten negativen Krümmungen gelten könnte, da zwischen Pringsheim's Versuchen und meinen Experimenten insofern ein bedeutender Unterschied besteht, als bei Pringsheim die positiven Krümmungen in negative übergingen, oder nur negative Reaktion zum Vorschein kam, während in meinen Experimenten zuerst die negative Reaktion hervortrat und erst später in positive überging.

Ich halte überhaupt augenblicklich alle theoretischen Konstruktionen für verfrüht.

Vorerst wäre es erforderlich, dieses komplizierte und äußerst wichtige Problem möglichst sorgfältig experimentell zu bearbeiten, und erst auf solcher breiteren experimentellen Basis könnte man es wagen, eine vertrauensereckende Hypothese aufzustellen, die die beobachteten Tatsachen einheitlich und übersichtlich ordnet. Aber bei dem heutigen Stand dieser Frage können wir nur mehr oder weniger wahrscheinliche, subjektiv gefärbte Annahmen aufstellen, die jedoch keinen größeren wissenschaftlichen Wert besitzen. Daher verzichte ich auf Entwicklung von Hilfsannahmen, auf Grund deren man Pringsheim's Hypothese auch auf meine Versuche ausdehnen könnte.

Nun drängt sich uns die Frage auf, welche Schlüsse allgemeiner Natur man aus der Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes auf Tropismen und Taxien der Pflanzen ziehen kann.

Die Anhänger der als Psycholamarekismus in der Biologie bekannten neueren Richtung erblicken in der Feststellung der genannten Anwendbarkeit einen der Beweise für die Existenz einer „Pflanzenseele“.

Verschiedene Autoren fassen das Wesen dieser Seele in verschiedener Weise auf.

Adolf Wagner, beispielsweise, erkennt den Pflanzenorganismen nur unbewußte psychische Zustände zu¹⁾.

R. H. Francé behauptet in seinen Erläuterungen, betreffend die modifizierende Wirkung äußerer Faktoren auf den anatomischen Bau der Pflanzen, daß die Ursache der anatomischen Veränderungen in Lust- oder Unlustgefühlen zu suchen sei²⁾, schreibt also den Pflanzen die Fähigkeit zu, bewußte psychische Zustände zu erleben. Derselbe Autor erklärt sich hingegen an anderer Stelle derselben Arbeit für den Begriff unbewußter psychischer Erscheinungen als Äußerungen der „Pflanzenseele“³⁾.

Es ist mir hier nicht möglich, eine genaue Analyse dieses allgemein interessanten Problems zu entwickeln⁴⁾; ich beschränke mich also auf die Aufzählung der wichtigsten Glieder der Beweisführung, mittels deren man die Irrtümlichkeit der Hypothese der „Pflanzenseele“ beweisen kann.

Vor allem enthält der Begriff der unbewußten psychischen Erscheinung selbst einen groben Widerspruch; denn wenn wir diesen Begriff schaffen, so entziehen wir den psychischen Erscheinungen ihre fundamentale Eigenschaft — den Moment des Bewußtseins⁵⁾.

Wir können somit den Pflanzen keine unbewußten psychischen Erscheinungen zuschreiben, da wir solche Erscheinungen überhaupt

¹⁾ Der neue Kurs in der Biologie, Stuttgart, 1907, S. 37, 38, 73—78.

²⁾ Pflanzenpsychologie als Arbeitshypothese der Pflanzenphysiologie, Stuttgart, 1909, S. 94.

³⁾ A. a. O., S. 66.

⁴⁾ Dieses Problem habe ich im Artikel: „Hat die Pflanze eine Seele?“ (Wszechświat, Bd. 31, 1912, Nr. 44—45. polnisch) näher besprochen.

⁵⁾ Siehe betreffs dieses Problems Höffding, a. a. O., S. 38, 118, 119; T. Ziehen, Zasady psychologii fizyologicznej, S. 3, 4, Warszawa, 1910; Alfred Binet, Dusza i ciało, Lwów 1912, S. 52, 116, 117.

nicht kennen. Zur Konstruktion des Begriffes der bewußten Pflanzenseele berechtigt uns aber nichts; denn die elementare Grundlage aller Bewußtseinsakte ist das sogenannte Assoziationsgedächtnis¹⁾, das, wie die vivisektorischen Versuche ergaben, bei den Wirbeltieren mit der Existenz von Gehirnhemisphären²⁾ und bei den wirbellosen Tieren³⁾ mit der Existenz des supraösophagealen Ganglions verbunden ist.

Wenn ich nun den Begriff der „Pflanzenseele“ ablehne, so lehne ich somit auch die psychologische Interpretation des Weber'schen Gesetzes ebenfalls ab und teile vollständig die Ansicht Wilhelm Pfeffer's, der die Ursache der Anwendbarkeit des genannten Gesetzes auf botanische Tatsachen im eigenartigen Verlaufe der physiologischen Prozesse im reizempfindlichen Protoplasma sieht⁴⁾.

Der berühmte Physiologe betont auch mit Recht, daß das Adjektiv „psychophysisch“ in bezug auf das Weber'sche Gesetz durchaus zu vermeiden ist⁵⁾.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Das Weber'sche Gesetz läßt sich innerhalb bestimmter Grenzen auf phototropische Haferkoleoptilkrümmungen anwenden.

2. Die Änderung der Größe des Intensitätsverhältnisses (S), die mit der Änderung der Expositionsdauer verbunden ist, bietet keinesfalls den Beweis der Unanwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes.

¹⁾ Siehe in dieser Beziehung Jacques Loeb, *Comparative Physiology of the brain and comparative Psychology*, London 1905; „The method should be the same for animal psychology that it is for brain-physiology. It should consist in the right understanding of the fundamental process which recurs in all psychic phenomena as the elemental component. This process, according to my opinion, is the activity of the associative memory, or of association“ (S. 12). Vergleiche auch Georges Bohn, *La naissance de l'intelligence* (Bibliothèque de philosophie scientifique, Paris, 1909, S. 104, 107, 284, 223—224).

²⁾ „The fact that in animals which normally possess no memory, loss of the hemispheres occasions little disturbance, and the fact that in animals possessing memory, the latter disappears upon destruction of the hemispheres, prove that the hemispheres are an essential organ for the phenomena of associative memory“. (Jacques Loeb, a. a. O., S. 248).

³⁾ „In Invertebrates they will probably be found in the supraoesophageal ganglion“ (Jacques Loeb, a. a. O., S. 251).

⁴⁾ Lokomotorische Richtungsbewegungen, S. 404.

⁵⁾ Pfeffer, *Pflanzenphysiologie*, 2. Auflage, 1904, Bd. II, S. 628.

3. Die Präsentationszeiten sind bei zweiseitiger Belichtung bedeutend größer als die bei einseitiger Wirkung des Lichtreizes erhaltenen.

4. Bei einer Exposition von 15 Minuten und der geringen, sich kaum auf 3·779 Meterkerzen belaufenden phototropisch wirkenden Differenz der Lichtintensitäten habe ich negative Krümmungen hervortreten gesehen, die später in positive übergingen.

Bei dieser Gelegenheit erachte ich es als meine Pflicht, dem Herrn Prof. Dr. Emil Godlewski (sen.), in dessen Laboratorium ich meine Versuche ausführte, für das lebhafte Interesse, das er meiner Arbeit zu teil werden ließ, sowie für die zahlreichen wertvollen methodologischen und bibliographischen Fingerzeige, die er mir in so lebenswürdiger Weise erteilt hat, meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

Dem Herrn Prof. Dr. Konst. Zakrzewski danke ich verbindlichst für den mir aus dem physikalischen Institut geliehenen Photometer.

Agrikulturchemisches Institut zu Krakau.

O odporności czerwonych ciałek krwi. — Über die Resistenz der roten Blutkörperchen.

Mémoire

de M. **GEORGE BRUNNER**,

présenté, dans la séance du 7 Juillet 1913, par M. St. Bądryński m. c.

(Planche LI).

Die von uns unternommenen Experimente haben die Klärung folgender drei Probleme zum Ziel:

I. Die hämolytischen Eigenschaften des Saponins gegenüber Erythrozyten verschiedener Tiere und die antihämolytische Wirkung des Blutserums;

II. Der Einfluß der Aderlassens auf die Resistenz der roten Blutkörperchen und auf die antihämolytischen Eigenschaften des Blutserums;

III. Die Resistenz der roten Blutkörperchen gegen höhere Temperatur unter verschiedenen Einflüssen beim Menschen und bei Tieren.

Indem wir bezüglich der speziellen Beschreibung der Experimente auf unsere ausführliche, in Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego, Bd. LIII B. erschienene Abhandlung verweisen, beschränken wir uns hier auf Angabe der erhaltenen Resultate.

Die Methodik der Resistenzbestimmung mit Saponin bestand darin, daß eine 2½%-ige oder 5%-ige Emulsion gewaschener Blutkörperchen mit einer bestimmten Lösung von Saponin Merck vermischt, mit physiologischer Kochsalzlösung auf 4 ccm gebracht, darauf in ein Wasserbad von 37° C. gestellt und nun diejenige Konzentration des Hämolysins bestimmt wurde, welche eben ausreichte, um eine vollständige Lösung der Scheiben zu bewirken.

Die Resistenz der roten Blutkörperchen gegen Hypotonie wurde ermittelt, indem man in eine Reihe von Probiergläsern 5 ccm Kochsalzlösung von einer Konzentration 0·26% bis 0·46% steigend

eingoß, worauf man in jedes Gläschen immer dasselbe kleine Quantum durch Zentrifugieren vom Serum befreiter Blutkörperchen einführte; der Inhalt wurde gemischt und die ganze Reihe bei Zimmertemperatur einige Stunden stehen gelassen.

Die höchste Kochsalzkonzentration, bei welcher eine vollständige Hämolyse zu beobachten war, entspricht der „Maximumresistenz“, die höchste Kochsalzkonzentration, bei welcher noch eine Spur Rosafärbung nebst einem Bodensatz von intakten Blutkörperchen vorhanden war, ist als Ausdruck einer „Minimumresistenz“ zu betrachten.

Die antihämolytischen Eigenschaften eines Serums wurden bestimmt, indem man steigende Mengen desselben mit einer hämolytischen Dosis Saponin vermischte, einige Zeit darauf die Blutkörperchen hinzufügte und die Mischung bei 37° C. stehen ließ.

Die Resistenz der Blutkörperchen gegen Einwirkung höherer Wärmegrade wurde bestimmt durch Zugabe eines genau gemessenen Volums defibrinierten Blutes, gewaschener oder nichtgewaschener Blutkörperchen zu 250 cem bis zu einer bestimmten Temperatur erwärmter physiolog. Kochsalzlösung, welche sich in einem breiten Glasgefäße über einer Gasflamme befand. Während des ganzen Versuches wurde die Flüssigkeit mechanisch durchgerührt. Hinter dem Gefäß befand sich ein mit irgend einer Zeichnung oder feinem Druck versehenes und von einer kleinen Lampe beleuchtetes Klichee (S. Taf. LI). Als volle Hämolyse wurde derjenige Moment notiert, in welchem die Flüssigkeit vollständig klar-lackfarben erschien und die Details des Klichees genau zu sehen waren. Die Dauer des Versuches vom Zeitpunkt an, wo das Blut eingegossen wurde, bis zur vollständigen Hämolyse ist für jede Temperatur eine bestimmte Größe und die auf beschriebene Weise gesammelten Daten bilden ein wissenschaftliches Material, aus welchem sich lehrreiche Schlüsse ziehen lassen.

Diese wichtigsten Resultate der Versuche sind:

- I. Teil. 1) Bei 37° C. verläuft die Hämolyse rascher als bei 21° C.
- 2) Das Maximum der Saponinwirkung wird erreicht nach 30 Minuten bei 37° C.
- 3) 0·05 cem gewaschene Blutkörperchen vom Kaninchen werden in einer Saponinlösung 1 : 22.200 bis 1 : 33.300 hämolysiert, die antihämolytische Serumdosis desselben Tieres schwankt zwischen 0·05 und 0·3—0·4 cem.

4) Hammelblutkörperchen werden hämolysiert in einer Saponinlösung von 1 : 13300 bis 1 : 20000, das Serum wirkt antihämolysisch in einem Quantum von 0.15 ccm.

5) Hundeblut unterliegt der Hämolysen durch Saponin 1:20000, die schützende Dosis des Hundeserums gleicht 0.15 ccm.

6) Menschenblutkörperchen werden gelöst durch Saponin 1:57100, die antihämolysische Menge Menschenserums = 0.05 ccm.

7) Die Erwärmung auf 55° C. hat keinen ausgesprochenen Einfluß auf die antihämolysischen Eigenschaften des Serums.

8) Die Blutkörperchen von Schweineembryonen besitzen dieselbe Resistenz gegen Saponin wie die Blutkörperchen der erwachsenen Tiere und des trächtigen Schweines; das Serum alter Tiere schützt in gleichem Maße die Blutkörperchen alter (und trächtiger) wie die der Schweineembryonen; das embryonale Serum dagegen besitzt (dem Saponin gegenüber) keine antihämolysischen Eigenschaften. Die Resistenz der Blutkörperchen entsteht also früher als die antihämolysische Kraft des Serums (dieser Versuch wurde gemeinsam mit Dr. Rywosz gemacht).

II. Teil. Aus den hier durchgeführten Versuchen folgt:

1) Die Blutaderlässe vermehren deutlich die Resistenz der roten Blutkörperchen gegen Saponinwirkung wie auch gegen Hypotonie.

2) Eine Gleichmäßigkeit der Veränderung der schützenden Eigenschaften des Blutserums unter demselben Einfluß läßt sich nicht konstatieren, manchmal werden dieselben verstärkt, öfters dagegen vermindert.

3) Die Erhöhung der Resistenz kommt zum Vorschein schon 24 Stunden nach dem Aderlaß, durch weitere Blutverluste wird keine weitere Resistenzänderung erzielt.

4) Die Resistenz der Blutscheiben nach Blutverlusten tritt ebenso in defibriniertem Blute wie auch in den vom Serum befreiten Körperchen auf.

III. Teil. 1) Die vergleichende Resistenzbestimmung der Blutkörperchen gegen Wärme bei verschiedenen Tieren gestattet uns, folgende Reihe aufzustellen — von der niedrigsten bis zur höchsten Resistenz: 1) Meerschweinchen, 2) Katze, 3) Huhn, 4) Kaninchen, 5) Mensch, 6) Ente = Taube = Gans, 7) Truthahn, 8) Schwein, 9) Ziege, 10) Kalb, 11) Hammel, 12) Rind.

2) Das Meerschweinchenserum schützt in gewissem Maße die roten Blutkörperchen dieses Tieres gegen Wärmewirkung, was auch

im menschlichen Blute zu sehen ist; das Kaninchenserum besitzt diese Eigenschaft nicht.

3) Das Waschen der Blutkörperchen mit physiol. Kochsalzlösung beeinflußt ihre Resistenz gegen Wärme nicht.

4) Das Aufbewahren im Eisschrank hat keinen Einfluß auf die Wärmeresistenz.

5) Die Hypotonie wirkt schwächend, die Hypertonie bleibt wirkungslos.

6) Die Zahl der Blutkörperchen hat einen entschiedenen Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit.

7) Alkohol und Formalin, in sehr kleiner Dosis der physiologischen Kochsalzlösung zugemischt, vermindern die Resistenz der roten Blutkörperchen.

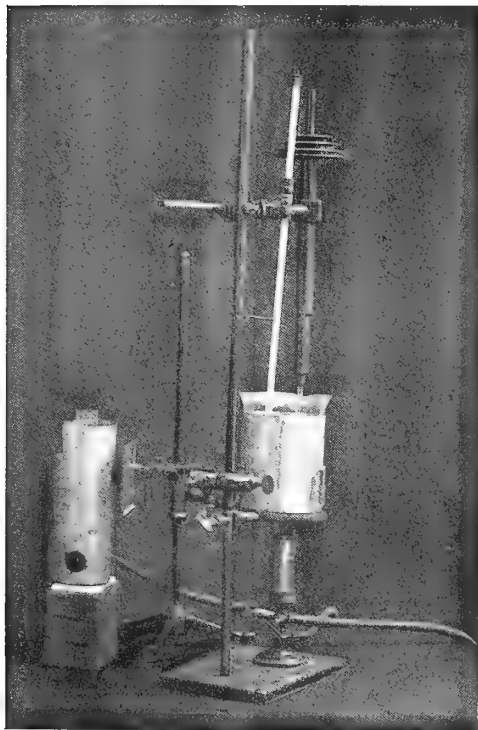
8) Kleine Blutaderlässe sind ohne Einfluß, große wirken entweder gar nicht oder vermindern die Resistenz nur in geringem Grade.

9) Das Hungern vermehrt die Resistenz der roten Blutkörperchen gegen Wärme.

10) Das Chloroform und die Karbonate vermindern, dem Tiere einverleibt, die Resistenz seiner Blutkörperchen.

11) Die Alkoholvergiftung wirkt erhöhend auf die Resistenz der roten Blutkörperchen gegen Wärme.

Aus dem Laboratorium der städtischen Krankenhäuser in Warschau.



Działanie światła na dżdżownicę Eisenia i znaczenie biologiczne barwików przez nią wytwarzanych. — Die Lichtwirkung auf die Regenwurmgesellschaft Eisenia und die biologische Bedeutung der durch dieselbe produzierten Farbstoffe.

Note préliminaire

de M^{lle} **JANINA ZIELIŃSKA,**

présentée, dans la séance du 7 Juillet 1913, par M. E. Godlewski (fils) m. c.

Den Ausgangspunkt für diese Arbeit bildete die zufällig gemachte Beobachtung, daß die Regenwurmart *Eisenia foetida* Sav. im zerstreuten Tageslichte erkrankt, ihr Hinterteil in mehrere Stücke zerfällt und die Tiere bald zugrunde gehen. Um die Erscheinung näher zu untersuchen, stellte ich Versuche an, die zunächst entscheiden sollten: 1) ob die Erkrankung auch bei geringerer Lichtintensität eintritt, 2) welche Strahlengattung hier am wirksamsten ist, 3) ob andere Lumbriciden in derselben Weise auf Licht reagieren.

Die erste Experimentenserie ergab nur, da ich mit Tageslicht arbeitete und keine genauen photometrischen Messungen ausführte, daß mit abnehmender Lichtintensität die Reaktionszeit zunimmt¹⁾ und daß bei geringerer Lichtstärke²⁾ die Erkrankungserscheinungen

¹⁾ Z. B. die Durchschnittszeiten der Reaktion an einem südöstl. Fenster (vor direktem Sonnenlicht geschützt) waren in zwei Experimenten 3 und 4 Tage und in einiger Entfernung vom Fenster 5, 6 und 6 Tage.

²⁾ Die Lichtintensität war so schwach, daß Zelloidinpapier in einem kleinen Photometer sich erst nach sieben Tagen so weit färbte (es traten die ersten sechs Zahlen hervor) wie an einem Südost-Fenster am hellen Juni-Vormittag in einer halben Minute.

überhaupt nicht oder erst nach sehr langdauernder Einwirkung auftreten; sogar nach einem Monat konnte ich noch keine Erkrankung konstatieren.

Das Ergebnis der zweiten Experimentenserie ist, daß die kurzwelligen Strahlen eine energischere Wirkung auf *Eisenia* ausüben als die langwelligen: hinter einem blauen Filter (ammoniakalische Kupfersulfatlösung) starben die Tiere in der Sonne nach 8 Stunden, hinter einem orangefarbigem (gesättigte Kaliumbichromatlösung) erst nach 2—3 Tagen.

Die Versuche mit anderen Lumbricidenarten zeigten, daß *Lumbricus terrestris* Müll. und *Helodrilus caliginosus* Sav. sich durch eine viel größere Widerstandsfähigkeit gegen Licht als *Eisenia foetida* auszeichnen, da sie über 50 Tage in solchem Licht gelebt haben, wo *Eisenia* schon nach 2—5 Tagen eingeht.

Das Verhalten der Tiere im Licht ist durch Schleimabsonderung und Unruhe gekennzeichnet, die nach einiger Zeit etwas abnehmen, aber nicht ganz aufhören.

Die durch das Licht bewirkten Erkrankungserscheinungen sind folgende:

Wirkt das Licht eine Zeitlang auf die Tiere, so werden sie dünner und länger als normal, die Intersegmentalfurchen am Hinterkörper erscheinen breiter und die Segmente auseinandergeschoben, wodurch der Zerfall in mehrere Stücke, der dann bald eintritt, eingeleitet wird. Zugleich werden an allen pigmentfreien Körperstellen des Wurmes¹⁾, nämlich: am Kopflappen, an den Seitenteilen des 9., 10., 11. und 12. Segmentes, am Clitellum und am letzten Segment in der Gegend des Afters, Schwellungen sichtbar. Unter dem Mikroskop bemerkt man an solchen Stellen unter der Hypodermis in der oft ganz zerstörten Ringmuskelschicht massenhaft auftretende Phagozytenansammlungen. Auch die als Lymphdrüsen beschriebenen Bezirke des Peritoneums sind in lebhafter Tätigkeit begriffen, da in denselben große Massen wahrscheinlich neuentstandener Leukozyten zu sehen sind. Bei stärkerer Erkrankung wurde auch oft Hyperämie am Vorderkörper und Clitellum konstatiert.

Wie oben gesagt, bleiben die pigmentierten Körperstellen allein

¹⁾ *Eisenia foetida* hat bekanntlich an jedem Segmente eine purpurrote oder braune Querbinde und hellere Intersegmentalfurchen.

normal, und daß dies wirklich dem Pigmentschutz zugeschrieben werden muß, beweisen folgende Befunde¹⁾:

1) Dunkle Individuen sind gegen Lichtwirkung resistenter als helle.

2) Bei Würmern mit noch ganz unpigmentierten Regeneraten erkranken die neuen Teile zuerst, während der ganze Wurm sonst noch gesund ist. Daß für diesen Vorgang allein der Unterschied in der Pigmentierung und nicht das Alter der Gewebe verantwortlich zu machen ist, haben Experimente mit geschlechtsreifen hellen Exemplaren und jungen, möglichst stark pigmentierten gezeigt, denn oft blieben diese länger am Leben als jene.

3) Eine andere *Eisenia*-Art, die ich als *veneta* bestimmt habe und die fast pigmentlos ist, reagiert viel energischer auf Lichtwirkung als die *foetida*²⁾ und die Anschwellungen treten nicht so lokalisiert wie bei *foetida* auf; oft schwillt der ganze Wurm an.

Dem braunroten Pigmente von *Eisenia foetida* kommt also sicher eine lichtschützende Rolle zu. Gegen diese Annahme scheint die Ähnlichkeit zwischen dem Pigment und dem in dem braunroten Bande bei *Lumbricus terrestris* enthaltenen zu sprechen, da das letztere Pigment von Mac Munn³⁾ als Hämatoporphyrin angesprochen wurde, welches sich durch starke photodynamische Wirkung auszeichnet⁴⁾. Es war also für mich sehr wichtig, daß Prof. Marchlewski die Güte hatte, die Lösung des *Eisenia*-Farbstoffes spektroskopisch zu prüfen. Er fand, daß sein Spektrum zwar dem des Hämatoporphyrins sehr ähnlich, aber damit nicht identisch ist, daß also der Farbstoff nicht als Hämatoporphyrin bezeichnet werden darf.

Es erübrigt noch, die Frage zu beantworten, warum die beiden *Eisenia*-Arten so stark, *Lumbricus* und *Helodrilus* so schwach auf die Lichtwirkung reagieren. Einen Unterschied zwischen diesen Tieren sehen wir auf den ersten Blick: die Eisenien scheiden,

¹⁾ Eine ausführliche Beschreibung der Experimente wird in der definitiven Arbeit gegeben.

²⁾ So erkrankten z. B. von den gleichzeitig ans Licht gestellten Würmern alle *Veneta*-Exemplare nach 26 Stunden und die *foetida* erst nach 5 Tagen.

³⁾ Mac Munn: On the presence of Haematoporphyrin in the integument of certain Invertebrates. The Journ. of Physiol., Vol. VII, 1886.

⁴⁾ Hausmann: Die sensibilisierende Wirkung des Hämatoporphyrins. Bioch. Zeitschr., Bd. 30, 1910.

wenn sie gereizt werden, eine gelbe, übelriechende Substanz durch die Rückenporen aus. Der Alkohol, in den sie geworfen werden, färbt sich sofort gelb und die Lösung fluoresziert bläulichgrün. Die Substanz besteht, unter Mikroskop betrachtet, aus Leukozyten. *Lumbricus* und *Helodrilus* bedecken sich, wenn man sie reizt nur mit weißlichem Schleim, der aus den Hautdrüsen stammt. Nach näherer Untersuchung stellte sich heraus, daß auch diese Gattungen den der *Eisenia* eigenen Farbstoff besitzen, aber nur in geringer Menge in der Leibeshöhle, in großer hingegen in der Darmwand, die sehr intensiv gelb gefärbt erscheint.

Der Gedanke an eine photodynamische Wirkung dieses Farbstoffes lag nahe genug und zwar aus folgenden Gründen:

1) Tiere, die den Farbstoff in großer Menge enthalten, reagieren stark aufs Licht, bei denjenigen hingegen, bei welchen er nur in geringerer Menge oder tief in der Darmwand vorkommt, also vom Lichte nicht getroffen wird, ist die Reaktion sehr schwach. Der Farbstoff findet sich zwar bei *Lumbricus* in kleinen Mengen auch in der Leibeshöhle, die Haut dieses Wurmes ist aber viel dicker als die der kleinen *Eisenia* und für das Licht weniger durchlässig, so daß hiedurch seine Unwirksamkeit hinlänglich erklärt wird.

2) Bei *Eisenia* erkranken nur die unpigmentierten Stellen, d. h. diejenigen, an welchen die Lichtstrahlen bis in die Leibeshöhle dringen, und den hier enthaltenen gelben Farbstoff treffen; wo also der Lichtzutritt durch das dunkle Pigment gehindert wird, kommt es zu keiner Erkrankung der oberhalb der Pigmentschicht¹⁾ liegenden Hypodermiszellen, die doch am meisten der Lichtwirkung ausgesetzt sind.

3) Die wenig pigmentierte *Eisenia veneta* Rosa, die den gelben Farbstoff in großer Menge enthält, reagiert auf Lichtwirkung rascher als *Eisenia foetida* und die Erkrankungserscheinungen sind nicht auf bestimmte Bezirke beschränkt.

4) Der Farbstoff fluoresziert in bläulich-grünlichem Licht, und das Spektrum zeigt, wie Prof. Marchlewski die Güte hatte, mir mitzuteilen, einen Absorptionsstreifen im blauen Licht (in welchem ja eben die Tiere rascher reagieren) und Absorptionsbezirke im ultravioletten Teil des Spektrums.

¹⁾ Das Pigment ist bei Lumbriciden bekanntlich in der unterhalb der Hypodermis liegenden Ringmuskelschicht enthalten.

Um einen direkten Beweis für die vermutete Wirkung des Farbstoffes zu haben, versuchte ich, ob andere Tiere mit diesem Farbstoff vom Lichte beeinflußt werden. Die Versuche mißlangen zum Teil, was ich dem Umstande zuschreibe, daß der Farbstoff wahrscheinlich nur in starker Konzentration, so wie bei *Eisenia*, eine Wirkung ausüben vermag, und da er in Wasser schwer löslich ist, konnte er nur in sehr schwachen Lösungen zu den Versuchen verwendet werden. Die Versuche mit weißen Mäusen blieben erfolglos, die mit Wassertieren unternommenen hatten nur den Erfolg, daß bei Tieren, die ohnehin im intensiven Lichte zugrunde gehen, wie eine *Chaetogaster*-Art und eine nicht näher bestimmte Turbellarie, die Wirkung im gelben Farbstoff noch rascher eintritt als im Wasser¹⁾. Bei *Lumbricus* beobachtete ich unter acht injizierten Individuen nur bei einem typische Hauterkrankung in ähnlicher Weise wie bei Eisenien: von der Einspritzungsstelle verliefen nach hinten zu beiden Seiten des Pigmentbandes zwei Streifen, an denen eine Hauterhebung deutlich zu sehen war. Da das Pigmentband bei *Lumbricus* sich nach hinten verschmälert, näherten sich die beiden geschwollenen Streifen einander und flossen dann zu einem zusammen, da wo das Pigmentband zu Ende war. Unter Mikroskop betrachtet, zeigte das Präparat an der Stelle, wo kein Pigment vorhanden war, ebenso wie bei *Eisenia*, zerstörte Ringmuskelschicht und Phagozytenansammlung²⁾. Bei anderen Individuen waren Spuren von Hauterkrankung und schlechtes Allgemeinaussehen bemerkbar und zwei davon starben, während die Kontrolltiere gesund blieben.

Da der gelbe Farbstoff, wie oben erwähnt wurde, seinen Sitz in den Leukozyten hat, habe ich bei *Lumbricus* versucht, durch Verwundung des Hautmuskelschlauches größere Leukozytenmengen in die Nähe der Oberfläche heranzuziehen, um sie der Lichtwirkung auszusetzen und auf diese Weise die Erkrankungserscheinungen hervorzurufen. Der Versuch gelang in der Tat bei allen fünf operierten *Lumbricus*-Exemplaren vollständig, und zwar nach 1—4 Tagen.

¹⁾ D Kontrolltiere im Farbstoff ohne Licht blieben am Leben.

²⁾ So stellt nun auch bei *Lumbricus* as braunrote Pigment einen Schutz gegen Lichtwirkung dar, was mit dessen Deutung als Hämatoporphyrin im Widerspruch steht.

Nach allem Gesagten glaube ich annehmen zu dürfen, daß bei den durch Licht hervorgerufenen Schädigungen das mitwirkende Agens der gelbe Farbstoff ist.

Der Mechanismus des Vorgangs dürfte dabei kompliziert sein. Entweder werden die Leukozyten selbst direkt durch den Farbstoff bei Lichtwirkung zur Bildung von muskelauflösenden Substanzen angeregt, oder es wird durch das Fluoreszenzlicht des Leukozytenfarbstoffes zuerst das umgebende Gewebe gereizt, und dieses ruft dann auf chemischem Wege die destruktive Wirkung der Leukozyten hervor.

Aus dem Biologisch-embryologischen Institut der Jagellonischen Universität zu Krakau.

Przyczynki do znajomości słodkowodnej fauny wschodniej Afryki. Skorupiaki Widłonogie i Małżoraczki. — Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserfauna Ost-Afrikas. Copepoda und Ostracoda.

Mémoire

de M. **JAN GROCHMALICKI,**

présenté, dans la séance du 7 Juillet 1913, par M. J. Nusbaum m. e.

(Planches LII et LIII).

In dem vorliegenden Beitrag wurden die von Dr. A. W. Jakubski auf seiner Reise 1909 und 1910 gesammelten Krustaceen Ostafrikas bearbeitet¹⁾. Das mir zur Bearbeitung übergebene Material stammt aus einigen kleinen Tümpeln auf der Ussangusteppe, die sich dort zu Ende der kleinen Regenperiode bilden und nach mehrwöchentlicher Dauer wieder verschwinden. Der Charakter dieser kurz dauernden Wasseransammlungen kann wohl mit dem unserer nach Regengüssen entstehenden Pfützen verglichen werden; ihre Krustaceenfauna erwies sich auch zwar als ziemlich reich, aber fast überall gleichförmig. Das Material wurde in Formöl konserviert und war zur Untersuchung sehr geeignet.

A. Ordnung: Ostracoda.

I. Gattung: Centrocypris Vv.

Diese Gattung wurde von Vávra im Jahre 1895 beschrieben und gehört zu den charakteristischen Gattungen der Muschelkrebse Afrikas. Von den zwei bisher bekannten Arten dieser Gattung

¹⁾ Dr. A. W. Jakubski: Die Rotatorien der Ussangusteppe. Zool. Anz. 1912.

wurde die eine, *Centrocypris horrida*, von Vávra (39) unter den Ostrakoden Zansibars und später von Daday (13) unter den Krustaceen Ost-Afrikas gefunden, die andere Art *C. margaritifera* entdeckte G. W. Müller (27) unter den Ostrakoden von Madagaskar. In dem von mir untersuchten Material erwies sich eine sehr häufig vorkommende Art als neu, und ihrem Entdecker zu Ehren erlaube ich mir diese Form als *Centrocypris Jakubskii* zu benennen.

1. Art: *Centrocypris Jakubskii* nov. sp.

Taf. LII, Fig. 1.

Die Schalen des Tieres erscheinen, von oben betrachtet (Fig. 1 a), breit eiförmig, vorne etwas verschmälert. Die rechte, etwas größere Schale überragt in der Augengegend die linke. Das paarige, tief schwarz gefärbte Auge und die orangegelben Ovarien der weiblichen Exemplare schimmern sehr deutlich durch die Schalen hindurch. Hie und da vorhandene, besonders an den Schalenrändern deutlich bemerkbare Pigmentansammlungen beweisen, daß die Tiere dunkel, ja sogar schwarz gefärbt waren. Die ganze Oberfläche der Schalen ist mit warzenförmigen, breitbasigen Dornen bedeckt (in der Figur weggelassen), und zwischen denselben stehen ziemlich lange Borsten. Die beiden Schalen weisen, einzeln betrachtet, in ihrem Bau manche Unterschiede auf.

Rechte Schale (Fig. 1 b): Der Dorsalrand dieser Schale hat, von der Seite gesehen, die Gestalt eines asymmetrischen Bogens, der in der Augengegend am höchsten ist und von da nach hinten ganz gleichmäßig in den Hinterrand übergeht. Der Vorderrand ist abgerundet und mit zahnartigen Dornen besetzt, die sowohl nach unten wie auch nach oben an Größe abnehmen (Fig. 1 c). Der Ventralrand zeigt in der Gegend der Mundöffnung, ungefähr in $\frac{1}{4}$ der Länge dieser Schale eine schwache Einbuchtung. Der Hinterrand der Schale ist breit bogenförmig und auch mit Dornen versehen, die jedoch kleiner sind als die am Vorderrande befindlichen. Ziemlich lange, wenn auch schwache Randborsten stehen zwischen den Dornen am Vorderrande. Die Randverdickungen der Schale treten an beiden Enden auf, die vordere ist jedoch beinahe doppelt so breit als die an dem Hinterrande.

Die linke Schale unterscheidet sich von der rechten da-

durch, daß ihr Vorder- und Hinterrand ganz gleichmäßig bogenförmig abgerundet sind. Einen flachen Bogen bildet auch der Dorsalrand dieser Schale, der Ventralrand dagegen verläuft fast gerade.

Die Schalen beider Geschlechter zeigen keinen Unterschied in ihrem Bau; die Männchen sind etwas kleiner und wahrscheinlich seltener als die Weibchen; in dem untersuchten Material fand ich auf zirka hundert Exemplare nur wenige männliche Tiere.

Die an fünf Exemplaren vorgenommenen Messungen ergaben im Durchschnitt folgende Größenverhältnisse:

Long.: 1.07 mm, Alt.: 0.68 mm, Lat.: 0.81 mm.

Die Organisation der Tiere zeigt alle dieser Gattung eigentümlichen Merkmale. Die II. Antenne ist mit 4 schwachen Klauen versehen. Die an dem Außenrande des vierten Gliedes dieser Antenne stehende kurze Klaue überragt das V. Glied an Länge nur ganz wenig und ist in ihrer distalen Hälfte dolchförmig verschmälert. Die Schwimmborsten überragen um $\frac{1}{3}$ ihrer Länge die Spitzen der Klauen, und der Innenrand des dritten Gliedes dieser Antennen ist schwach bedornt.

Die dritte Maxillarlade (Fig. 1 d) ist mit vier starken, beiderseits beborsteten Klauen, zwei seitlichen, befiederten Borsten und einem stark bedornten Stachel versehen. Die Endklaue des ersten Fußes ist sichelförmig gebogen und um $\frac{1}{3}$ länger als die drei letzten Fußglieder zusammen. Die zwei letzten Glieder des zweiten Fußes sind stark verlängert, die Endkrallen fingerförmig gekrümmt und in einer eigenartig geformten Chitinumrahmung versteckt (Fig. 1 e).

Die Furkalglieder sind bei beiden Geschlechtern gleich gebaut (Fig. 1 f), die Furkaläste stark und breit, mit zwei geißelförmigen Klauen versehen. Die längere Klaue ist fast so lang wie der Vorderrand des Furkalastes. Die vordere Furkalborste ist stark und erreicht $\frac{1}{5}$ der Länge der größeren Klaue, die hintere ist dreimal länger als jene und dicht behaart. Von der Basis dieser Borste fast bis zur Mitte ist der Hinterrand des Furkalastes mit kurzen aber dichten Härchen bewimpert.

Die Greiforgane des ♂ sind eigenartig geformt (Fig. 1 g, h); das rechte ist an seinem Ende mit einem dolchförmigen Dorn versehen, das linke dagegen stumpf mit nach innen gebogener Spitze. Das Begattungsorgan (Fig. 1 i) ist breit, sein Auhangsteil ist gekrümmt, das Vas deferens stark geknäuel.

Die verhältnismäßig kurzen Schwimborsten sowie die bedornete Oberfläche der Schalen beweisen meiner Meinung nach, daß die Tiere sich kriechend am Boden der Tümpel bewegen. Diese Form scheint mir auf Ussangusteppe weit verbreitet zu sein, da sie fast in allen mir gelieferten Planktonproben vorzufinden war.

Wenn wir die eben beschriebene Art mit den schon bekannten *C. horrida* Vv. und *C. margaritifera* Müll. vergleichen, so ergibt sich, daß unsere Form mehr an die *C. margaritifera* erinnert. Sie ist jedoch viel kleiner als diese, die Bewaffnung des vorderen sowie auch des hinteren Randes der rechten Schale, der Bau der dritten Maxillarlade, die Greiforgane des Männchens, die Endklaue des zweiten Fußpaares sowie auch die Furka und der Penis weisen im Vergleich mit beiden bekannten Spezies ganz eigenartige Verhältnisse auf.

II. Gattung: *Eucypris* Vv.

Untergattung: *Stenocypris* Ss.

Das charakteristische Merkmal dieser Untergattung besteht in dem asymmetrischen Bau der Furkaläste, sowie auch in dem Mangel der Vorderrandborste an diesen Anhängen. Diese Untergattung besitzt unter den Ostrakoden Afrikas sehr viele Vertreter. In dem von mir untersuchten Material fand ich zwei hierher gehörende Spezies; beide erwiesen sich als neu.

2. Art. *Stenocypris* Dybowski nov. sp.

Taf. LII, Fig. 2.

Bei oberflächlicher Untersuchung erinnert diese Form an die schon bekannten Arten: *Stenocypris cultrata* G. W. Müll. (26), *S. acuta* Vv. (38) und *S. derupta* Vv. (40). Bei näherer Betrachtung jedoch weicht sie sowohl in der Form ihrer Schalen wie auch in ihrem anatomischen Bau sehr deutlich von ihnen ab und bildet eine sehr charakteristische Spezies.

Die Schalen des Tieres sind sehr zart, weich und durchsichtig, von der Seite betrachtet, milchweiß gefärbt, so daß man durch dieselben sogar die Einzelheiten der inneren Organe ganz genau beobachten kann.

Die linke und die rechte Schale sind gleich gestaltet.

Von der Seite betrachtet (Fig. 2 *a*), zeigen sie folgende Merkmale. Der Rückenrand der rechten Schale bildet einen breiten Bogen, welcher in der Augengegend etwas abgeflacht ist und auf einer kurzen Strecke nach vorn fast gerade verläuft. Der Bauchrand dieser Schale ist in der Mundgegend leicht nach außen ausgebuchtet und verläuft weiter wieder in gerader Richtung nach vorn. Infolgedessen erscheint der Vorderrand dieser Schale sehr schmal und rundlich abgestutzt. Gegen das Hinterende weist der Rückenrand eine plötzliche Krümmung nach unten auf und geht in den Hinterrand über, welcher eine keilförmige Verlängerung der Schale bildet (Fig. 2 *b*). Ein Teil des oberen Schalenrandes, von der Augengegend angefangen, sowie der Vorder-, Hinter- und Bauchrand der Schale sind von einem schmalen, zarten, hyalinen Saum umrandet. Die Verwachsungszone ist verhältnismäßig breit, am breitesten erscheint sie an dem keilförmig verlängerten Hinterrande. Die Randborsten sind kurz und dünn, spärlich längs der Schalenränder zerstreut. Längere und steifere Borsten, von der Gestalt zarter Dornen, sieht man in geringer Anzahl am Hinterende der Schale. Hie und da finden sich auf der Oberfläche der Schalen kaum bemerkbare Borsten.

Die an 2 gemessenen Exemplaren ermittelten Größenverhältnisse sind folgende:

Long.: 2·50 mm, Alt.: 1·1 mm.

Beide Schalen zeigen, von oben betrachtet, die größte Breite fast in der Mitte, und das Verhältnis der Breite zur Länge ist gleich 1:6.

Die Organisation des Tieres zeigt folgende Merkmale.

Die Antennen des zweiten Paares sind mit kurzen, kräftigen Endkrallen versehen; die Krallen des letzten Gliedes sind kaum doppelt so lang als das Glied selbst. Die Schwimmborsten sind auch kurz, sie erreichen nicht das Ende der Krallen. Die dritte Maxillarlade ist mit vier starken, beiderseits beborsteten Dornen versehen. Die Endkralle des ersten Fußpaares ist schwach der Länge nach gebogen und erreicht beinahe die Länge der drei letzten Glieder dieser Extremität zusammengenommen. Das zweite Glied dieses Fußes ist breit und in seiner unteren Hälfte mit einer Reihe feiner Härchen versehen (Fig. 2 *c*). Eine ähnliche dichte Behaarung sieht man auch an seinem Innenrande, am Außenrande dagegen stehen solche Härchen in drei Bündeln geordnet.

Sehr charakteristisch sind die Furkaläste gestaltet. Der rechte (Fig. 2 *d*) ist leicht nach innen, der linke (Fig. 2 *e*) nach außen gekrümmt, beide sind mit zwei Krallen und einer Endborste bewaffnet. Die Hauptkrallen sind in ihrer distalen Hälfte sehr fein und stark gezähnt, ihre Länge erreicht fast $\frac{1}{3}$ der Länge der Furkalvorderränder. Die Nebenkralen sind kürzer, und zwar nur wenig länger als die Hälfte der Hauptkrallen, ihre Zähnelung ist auch feiner. Die Vorderrandborste ist halb so lang wie die Hälfte der Hauptkrallen. An beiden Furkalstämmen (deutlicher an der rechten zu sehen) erstrecken sich von der Einfügungsstelle der Endkrallen bis fast zur Mitte ihres Hinterrandes je vier Kämme von gegen die Basis der Kämme an Größe abnehmenden Zähnen. An beiden Ästen bilden ganz kleine Wimpern je eine kurze, sich von der Basis der ersten Klaue etwas schief nach vorne erstreckende Reihe.

Von der hier beschriebenen Spezies standen mir im ganzen nur sieben weibliche Individuen zur Verfügung; von ähnlichen bekannten Arten unterscheidet sie sich nicht nur durch ihre Gestalt, den Mangel jedweder Skulptur der Schalenränder und die Größenverhältnisse, sondern auch durch den Bau des zweiten Antennenpaares, des ersten Fußpaares und der Furka.

3. Art: *Stenocypris ussargiana* nov. sp.

Taf. LII, Fig. 3.

Dieses Tier erinnert durch sein äußeres Aussehen an die bekannte *Stenocypris stagnalis* Daday (13). Von der Seite gesehen (Fig. 3 *a*), zeigt die Schale eine nierenförmige Gestalt. Der Rückenrand ist fast gleichmäßig gebogen, bildet eine gleich vor der Augengegend hervortretende stärkere Krümmung und geht in den gleichmäßig abgerundeten Vorderrand über. Der etwas breitere Hinterrand zeigt auch einen bogenförmigen, jedoch breiteren Umriß und ist etwas nach unten gerichtet. Der Ventralrand ist in dem ersten Drittel seiner Länge deutlich eingebuchtet. Der Vorderrand sowie auch der Hinterrand der Schale sind von einem hyalinen Saum umzogen, die spärlich zerstreuten Randborsten treten auch an beiden Schalenrändern hervor. Die Randverdickungen am Vorderende sind etwas breiter als am Hinterende (Fig. 3 *b*). Die Oberfläche der Schale ist spärlich mit Borsten bedeckt, die fast von

derselben Länge sind wie die an den Schalenrändern stehenden. Durch die Schale schimmern S-förmig gebogene Ovarien hindurch.

Long.: 2·10 mm; Alt.: 0·75 mm.

Das zweite Antennenpaar ist mit vier Endkrallen bewaffnet, von denen drei an dem vierten und eine an dem fünften Glied befestigt sind. Die Klaue des vorletzten Gliedes dieser Extremität ist um $\frac{1}{4}$ kürzer als die drei anderen und an ihrem distalen Ende mit einer Reihe hoher Zähnen versehen (Fig. 3 c). Die Schwimmborsten überragen unbedeutend die Spitze der Krallen, und die zwei Dornen der dritten Maxillarlade sind schwach gezähnt.

Die Endklaue des ersten Fußpaares ist sichelförmig gebogen und länger als die drei Endglieder dieser Extremität zusammengenommen. Die an der Basis des fünften Gliedes stehende Borste ist fast so lang wie die Hälfte der Endkralle, und auf dem zweiten Gliede dieses Fußpaares befindet sich ähnlich wie bei *St. Dybowskii* eine Reihe kleiner Härchen. Das zweite Fußpaar endet mit einem fingerförmigen Fortsatz.

Der rechte Furkalast (Fig. 3 e) ist kürzer und breiter als der linke und sichelförmig, der linke (Fig. 3 d) dagegen unbedeutend S-förmig gekrümmt. Ihre Hauptkrallen erreichen ungefähr den dritten Teil der Länge des Vorderrandes der Furka und die Vorderrandborste ist um die Hälfte kürzer als die Krallen. Der Hinterrand beider Furkaläste ist mit feinen schwachen Zähnen versehen. Das rechte Greiforgan des Männchens zeigt die Fig. 3 f; der Penis ist breit.

Es standen mir nur zwei Exemplare dieser Spezies, ein Männchen und ein Weibchen, zur Verfügung, daher kann ich keine ausführliche Beschreibung geben und muß mich auf diese kurzen Bemerkungen beschränken.

III. Gattung: *Oncocypria* Dad.

4. Art: *Oncocypria Mülleri* Dad.

Von dieser Art fand ich in den untersuchten Planktonproben drei erwachsene und drei junge Exemplare, deren Merkmale vollkommen mit den von Daday (13) angegebenen übereinstimmen.

IV. Gattung: *Cyprinotus* Brady.

5. Art: *Cyprinotus symmetricus* Müll.

Von dieser Art fand ich in meinem Material recht viele Exemplare, doch waren es lauter Weibchen. Im Vergleich mit der von Müller (27) gegebenen Beschreibung habe ich lediglich bemerkt, daß die Vorderrandborste der Furka bei den von der Ussangusteppe stammenden Exemplaren länger ist und beinahe die halbe Länge der Hauptkralle erreicht.

Diese Art wurde zum erstenmal von Müller in dem auf Aldabra (Indischer Ozean) gesammelten Material entdeckt.

Außer den oben beschriebenen Ostrakoden fand ich im Material von Ussangu noch zwei Individuen von Muschelkrebse, über deren systematische Zugehörigkeit ich nichts Näheres angeben kann.

B. Ordnung: Copepoda.

Familie: Centropagidae.

I. Gattung: *Lovénula* Schmeil.

Diese Gattung wurde zuerst im Jahre 1845 von Lovén (24) unter den Entomostraken Südafrikas gefunden und unter dem Namen *Broteas* beschrieben. Die Arbeit Lovén's ist jedoch in Vergessenheit geraten, und dieselbe Gattung erhielt von Sars (31) im Jahre 1890 den neuen Namen *Paradiaptomus*. Später erwiesen sich diese beiden Gattungsnamen *Broteas* Lov. und *Paradiaptomus* Ss. als Synonyma, demgemäß erkannte Sars in seiner zweiten Arbeit (33) die Priorität seines Vorgängers an und stellte die frühere Bezeichnung wieder her. Für den Namen *Broteas* wurde jedoch später von Schmeil die Bezeichnung *Lovénula* eingeführt.

Die diagnostischen Kennzeichen der genannten Gattung lassen sich nach der Beschreibung von Sars auf folgende Weise kurz zusammenfassen: Die Körperform des Tieres ähnelt der von *Diaptomus*, das Weibchen ist jedoch etwas kürzer und stärker. Das Abdomen des Weibchens besteht nur aus zwei Segmenten, die Furkalplatten sind außerordentlich breit, lamellenförmig und mit verhältnismäßig kurzen Borsten versehen; das Abdomen des Männchens fünfgliedrig, mit engeren und asymmetrischen Furkalplatten.

Das zweite Antennenpaar besitzt einen längeren Außen- und einen kürzeren, siebengliedrigen Innenast; der zweite Maxillarfuß mit nur aus drei Gliedern zusammengesetzter Endpartie, welche mit hakenförmigen Klauen bewaffnet sind.

Das V. Fußpaar ist nicht schwimmfähig und bei beiden Geschlechtern verschieden gestaltet, ähnlich wie bei der Gattung *Diaptomus*.

Außer der von Lovén und Sars beschriebenen Art *Lovénula falcifera* Lov., wurde von Guerneý im Jahre 1904 ein zweiter Vertreter dieses Genus entdeckt und unter dem Namen *Lovénula mea* Guer. (21) beschrieben. In jüngster Zeit erschien eine Arbeit von van Douve (14), welcher auf Grund einer näheren Analyse der Lovén'schen und Sars'schen Beschreibung sowie auch nach eigener Untersuchung dieser Gattung behauptet, „daß Sars der typische *Broteas falcifer* Lovén nicht vorgelegen hat, sondern ein neuer bisher unbekannter Vertreter dieses Genus“.

Die von van Douve in seiner Arbeit vorgeführten Beweise sind richtig, denn schon ein näherer Vergleich der Lovén'schen und der Sars'schen Abbildungen zeigt es deutlich. Demgemäß hätten wir in dem Genus *Lovénula* drei Arten, und zwar: *Lovénula falcifera* Lov., *L. lamellata* Ss. und *L. mea* Guer.

1. Art: *Lovénula Stolzmani* nov. sp.

Taf. LIII, Fig. 4.

Diese Art steht der Spezies *L. lamellata* Ss. nahe, weicht jedoch von derselben sehr deutlich ab.

Der Rumpf des Weibchens (Fig. 4 a) ist vorn und hinten verschmälert und ungefähr in der Mitte, nämlich auf der Höhe des zweiten Rumpfsegmentes am breitesten. Das erste Segment des Rumpfes ist sehr lang; nimmt gerade den dritten Teil der Gesamtlänge des Tieres ein und ist nur um $\frac{1}{6}$ kürzer als die übrigen vier Rumpfsegmente zusammengenommen. Von den drei nächstfolgenden Segmenten ist ein jedes ein wenig schmaler als das vorhergehende, das dritte etwas kürzer als die übrigen. Das letzte Segment ist hinten in der Mitte tief ausgeschnitten und seine symmetrisch gestalteten Seitenecken sind mit je zwei Dornen bewaffnet (Fig. 4 b). Das Abdomen des Weibchens (Fig. 4 c) besteht nur aus zwei Segmenten von fast gleicher Länge; das erste (Genitalsegment)

ist vorne, das zweite (Abdominalsegment) hinten erweitert; die geringste Breite zeigt daher das Abdomen an der Verbindungsstelle der beiden Segmente. Das erste Abdominalsegment erweitert sich jederseits in einen schräg nach hinten gerichteten, zapfenförmigen Fortsatz. Die Furkalplatten sind nur wenig länger als breit und mit je sechs gefiederten Borsten versehen.

Der Körper des Männchens (Fig. 4 *d*) ist kleiner, die Länge des ersten Rumpfsegmentes verhält sich zur Gesamtlänge wie 2:7, zu der Gesamtlänge der vier übrigen Rumpfsegmente wie 5:6. Die geringste Höhe zeigt auch hier das dritte Rumpfsegment; das letzte ist nach hinten bedeutend verschmälert, seine Seitenecken sind sehr kurz und etwas asymmetrisch gestaltet, und zwar ist die rechte breiter als die linke, beide sind abgestutzt und die rechte mit zwei, die linke dagegen mit einem kurzen Dorn versehen. Das Abdomen des Männchens ist fünfgliedrig und etwas länger als der dritte Teil der Totallänge des Tieres. Das erste Abdominalsegment ist breiter als die übrigen, die größte Länge dagegen zeigt das nächstfolgende, d. h. das zweite Segment.

Die Furkalplatten sind $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, die rechte etwas schmaler als die linke. Die zwei seitlichen, an dem rechten Ast stehenden Furkalborsten sind stärker entwickelt als die übrigen, welche im Vergleich mit denen des Weibchens feiner und zarter sind.

Das erste Antennenpaar des Weibchens besteht aus 25 Gliedern, ist nach hinten gerichtet und überragt nur wenig das Rumpfbreite. Die männlichen ersten Antennen sind anders gebaut. Die linke ist 25-gliedrig und derjenigen des Weibchens ähnlich, die rechte dagegen besteht nur aus 23 Gliedern. Das 10., 11. und 13. Glied dieser Antenne ist mit starken Dornen bewaffnet, von denen der kräftigste, auf dem 13. Gliede befindliche, doppelt so lang ist wie das Glied selbst. Das 13.—18. Glied sind stark aufgedunsen und bilden ein Greiforgan. Die nächsten weiteren Glieder dieser Antenne zeigen nichts Bemerkenswertes bis auf das letzte, das sich an seinem distalen Ende durch einen kappenförmigen Anhang auszeichnet (Fig. 4 *f*).

Einen wichtigen Unterschied im Bau zeigt im Vergleich mit den beiden schon bekannten Spezies dieser Gattung das zweite Antennenpaar (Fig. 4 *e*). Der äußere Ast dieser Antenne ist beinahe $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie der innere, und die Längenverhältnisse

der einzelnen Glieder sind anders als bei den übrigen Arten. Am längsten ist nämlich das letzte Glied, das beinahe $\frac{4}{5}$ der Gesamtlänge der sechs übrigen Glieder dieses Astes erreicht. Am Innenrand des ersten Gliedes des Innenastes dieser Antenne findet man eine Reihe kurzer Dörnchen, und an dem distalen Ende des ersten Gliedes, an der Einfügungsstelle der Endborsten steht eine Reihe kurzer Borstchen.

Mandibula, Maxilla, Maxillipedes wie auch alle vier Schwimmpaare zeigen keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich mit den bereits bekannten Arten, sehr charakteristisch ist aber bei beiden Geschlechtern das fünfte Fußpaar gebaut. Beim Weibchen sind die ersten Basalglieder (Fig. 4 g) dieser Extremität stark, fast quadratisch, die zweiten Basalglieder rhomboidisch. Der Exopodit ist länglich, beinahe doppelt so lang als breit, sein Innenrand in der Mitte deutlich konkav. Die Greifklaue ist stark, etwas länger als der Außenrand des Exopoditen, sichelförmig nach innen gekrümmt und am Innenrand grob gezähnt. Seitlich an der Basis der Greifklaue finden sich zwei und am Außenrand des Griffes der Endklaue ein Dorn befestigt; alle drei sind sehr fein gesägt. Der Endopodit dieser Extremität ist eingliedrig, walzig, in der Mitte etwas verschmälert und an seinem distalen Ende mit zwei etwas ungleichen Borsten versehen, deren Spitze unbedeutend den Apikalrand des Exopoditen überragt. Im großen und ganzen sind die beiden Extremitäten dieses Paares gleich gebaut, am rechten Fuß ist nur die Greifklaue stärker entwickelt und die Form der Ausbuchtung am Innenrand des Exopoditen etwas anders.

Beim Männchen (Fig. 4 h) erinnert das fünfte Fußpaar an die analoge Extremität von *Lov. lamellata* Ss. Beide Basalglieder des rechten Fußes sind breit, das zweite noch stärker als das erste entwickelt und kuppelförmig gestaltet. Das erste Glied des Exopoditen ist kurz, beinahe doppelt so breit als hoch und an seinem unteren Rande mit drei kurzen zahnartigen Dornen versehen. Das zweite Glied des Exopoditen ist länger als die zwei vorhergehenden Glieder, in seiner oberen Hälfte aufgedunsen und unten schmaler als oben. Der Greifhaken ist sehr lang, nach innen gekrümmt und gezähnt. Der Endopodit ist zweigliedrig, kürzer als das erste Glied des Exopoditen. Sein erstes Glied ist walzenförmig, das zweite fingerförmig mit abgerundeter Spitze, nahe an dem distalen Ende mit einem Kranz feiner Borsten und etwas weiter oben an der

Außenseite mit einer Borste und mit einem kleinen, dornartigen Zähnchen versehen (Fig. 4 i).

Der linke Fuß ist kurz und sehr schwach entwickelt. Sein Exopodit reicht kaum bis zur Mitte des ersten Exopoditgliedes der rechten Extremität. Er ist aus zwei Gliedern zusammengesetzt, welche, fast unbeweglich verbunden, ein besonderes Greiforgan bilden. Das erste Glied bildet nämlich, eine breite, rinnenförmige Scheide, in welcher das zweite, von der Gestalt eines Daumens, nach innen beweglich eingefügt liegt. Die Ränder der erwähnten Scheide sind behaart, die Oberfläche des zweiten daumenförmigen Gliedes dicht mit kleinen, spitzigen Dornen versehen. Der Endopodit dieses Fußes ist walzenförmig, läuft in eine abgestumpfte Spitze aus und reicht kaum bis zur Mitte des ersten Exopoditgliedes.

Die Länge des Weibchens erreicht 3·05 mm, die des Männchens 2·57 mm.

Über die Färbung der Tiere kann man auf Grund der in Formol konservierten Exemplare nicht viel sagen; die Antennen, die Furkaläste und die Spitzen der Schwimmpfüße sind noch tief violett gefärbt.

In den mir zur Verfügung stehenden Planktonproben, waren beide Geschlechter reich repräsentiert:

Von allen schon bekannten Arten dieses Genus unterscheidet sich *Loxénula Stolzmani* durch ihre äußere Gestalt, sowie auch durch den Bau aller systematisch wichtigen Merkmale in dem Grade, daß sie eine recht eigentümliche Art darstellt.

II. Gattung: *Diaptomus* Westwood.

2. Art: *Diaptomus Rehmani* nov. sp.

Taf. LIII, Fig. 5.

Diese Art erinnert ein wenig an die von Daday beschriebene Spezies *D. aethiopicus* Dad. (10) und van Douve (14 a).

Der Rumpf des Weibchens ist aus sechs Segmenten zusammengesetzt (Fig. 5 a), die größte Länge zeigt das erste, die größte Breite das dritte Rumpfsegment. Die Länge des ersten Segmentes verhält sich zu derjenigen der fünf übrigen etwa wie 1:2·1, die größte Breite des Rumpfes gleicht genau der halben Länge desselben. Das fünfte Rumpfsegment ist nach hinten zu deutlich

verschmälert, so daß die Verbindungsstelle zwischen diesem und dem letzten Segment die schmalste Partie des Rumpfes bildet. Die Seitenecken des sechsten Segmentes sind asymmetrisch (Fig. 5 b), die linke ist nämlich größer als die rechte und trägt an ihrer Oberfläche oben und unten zwei knopfartige Erhöhungen und einen mittleren dornartigen, stumpfen Vorsprung. Die rechte Seitenecke ist fast gerade nach hinten gerichtet; ihre Form ist aus Fig. 5 b zu ersehen; sie endet mit einem seitlichen Dorn und einem hinteren Vorsprung.

Das ausgestreckte Abdomen des Weibchens überragt, wenn man es von oben betrachtet, nur ganz wenig die halbe Totallänge des Tieres.

Das Abdomen besteht aus drei Segmenten, von denen das erste fast so lang ist wie die beiden übrigen samt den Furkalplatten. Auf der linken Seite zeigt das erste Abdominalsegment in seiner vorderen Hälfte einen höckerartigen, mit einem seitlich gelegenen kurzen Dorn versehenen Vorsprung. Auch auf der rechten Seite dieses Segmentes findet sich eine ähnliche, jedoch viel kleinere und unbewaffnete Hervorragung. Von den zwei folgenden Segmenten ist das zweite etwas länger als das andere. Die Furkalplatten sind genau doppelt so lang wie breit.

Der Rumpf des Männchens (Fig. 5 c) besteht ebenfalls aus sechs Segmenten, ist am breitesten zwischen dem dritten und dem vierten Segment und etwas weniger als halb so breit wie lang. Die Länge des ersten Thoraxsegmentes zu derjenigen der fünf übrigen verhält sich wie 1:1.6. Von den letzteren ist das dritte am längsten; das fünfte hat einen regelmäßig ausgeschnittenen Hinterrand und asymmetrische Seitenecken. Die linke Seitenecke ist klein, zugespitzt, die rechte endet breiter und ist mit zwei zahnartigen Dornen bewaffnet. Das Abdomen ist nur aus vier Segmenten zusammengesetzt und die größte Länge zeigt das zweite von ihnen. Die Dimensionen der Furkalplatten sind denjenigen beim Weibchen ähnlich, die Furkalborsten sind aber kleiner.

Die beiden Antennen des ♀, sowie die linke des ♂ bestehen aus 25 Gliedern; an der rechten des Männchens zählt man nur 21 Glieder. An dieser Antenne des Männchens steht auf dem 13. Gliede ein starker Dorn, dessen Länge die Breite dieses Gliedes ein wenig überragt. Das 14. bis 18. Glied sind aufgedunsen und zu einem Greiforgan umgebildet. An der oberen

Kante der proximalen Hälfte des achtzehnten Gliedes steht eine Reihe kurzer Zähnechen, und das letzte Glied endet mit einem kappenförmigen Anhang.

Zu den Merkmalen dieser Spezies, die Beachtung verdienen, gehört die Gestalt des fünften Fußpaares bei beiden Geschlechtern. Beim Weibchen (Fig. 5 *d*) ist die rechte Extremität deutlich größer, sonst aber der linken völlig ähnlich. An beiden sind besonders stark die ersten Basalglieder entwickelt, die zweiten sind klein und, von der Seite gesehen, dreieckig abgerundet. Die Exopoditen sind aus je zwei Gliedern gebildet. Das erste Glied des Exopoditen ist an dem linken Fuß so lang wie die beiden Basalglieder, an dem rechten etwas länger, das zweite geht in eine starke Greifklaue über, deren Innenrand sichelförmig gebogen und stark gezähnt ist (Fig. 5 *e*). Seitlich von dieser Endklaue finden sich zwei kleinere, an der Basis ziemlich breite, aber in einen ziemlich langen, borstenförmigen Stachel auslaufende Nebenklaugen.

Die Endopoditen sind eingliedrig, der linke ist ebenso lang wie das erste Exopoditglied, der rechte erreicht beinahe $\frac{2}{3}$ der Länge des genannten Gliedes. Beide sind an der Spitze mit zwei ziemlich langen, beinahe gleichlangen Borsten versehen.

Sehr charakteristisch ist das fünfte Fußpaar des Männchens gestaltet (Fig. 5 *f*). Der rechte Fuß ist sehr stark entwickelt. Das erste Basalglied ist in der Seitenansicht quadratisch, mit abgerundeten Ecken. Das zweite ist beinahe doppelt so groß wie das erste, an der Innenseite trommelförmig ausgebuchtet und mit kurzen Dörnchen bedeckt.

Das erste Glied des Exopoditen ist beinahe so lang wie das zweite Basalglied, jedoch sehr schmal und an der Innenecke des Hinterrandes mit einem langen, sichelförmig gekrümmten Kutikularfortsatz, der auf die Oberfläche des zweiten Außenastgliedes hinüberraagt, versehen. Das zweite Glied des Exopoditen ist $2\frac{1}{2}$ mal länger als das erste, vorne an der Verbindungsstelle mit dem ersten ist es verschmälert, erweitert sich dann in dem ersten Drittel seiner Länge und wird gegen die Spitze wiederum etwas schmaler; seine hintere Außenecke ist in einen Dorn ausgezogen. Der Greifhaken ist so lang wie die beiden Exopoditglieder zusammen genommen, sichelförmig gebogen und in der distalen Hälfte fein gesägt. Der Endopodit ist eingliedrig, walzenförmig, vor der knopfartigen Spitze eingeschnürt.

Der linke Fuß ist schwach entwickelt. Seine Basalglieder sind kurz und breit, beide zusammen genommen kürzer als das erste Glied des Exopoditen. Das erste Glied des Außenastes ist in der Seitenansicht von rundlicher Gestalt; sein Basalrand zeigt einen auf das zweite Basalglied hinüberraagenden Kutikularfortsatz und am Apikalrand ist ein ähnlicher, jedoch kürzerer und stumpfer, nach innen gerichteter Fortsatz zu sehen. Das zweite Glied des Außenastes ist kurz und geht nach innen in einen fingerförmigen, stumpfen, fein bedornen Vorsprung, nach unten dagegen in eine starke Kralle aus. Oberhalb dieser, an der Außenseite des Gliedes, befindet sich eine ähnliche, aber kleinere Nebenkralle. Beide erwähnten Krallen sind nach innen gebogen und gesägt.

Die Körperlänge des Weibchens beträgt 1.60—1.62 mm; die des Männchens 1.25—1.30 mm.

Durch den Bau des V. weiblichen Fußpaares und die Bewaffnung desselben, sowie auch durch den kappenförmigen Anhang an dem distalen Ende des letzten Antennengliedes erinnert diese Spezies, wie erwähnt, an *Diaptomus aethiopicus* Dad.; im übrigen weicht sie von dieser Art stark ab.

3. Art: *Diaptomus Czekanowskii* nov. sp.

Taf. LIII, Fig. 6.

Der Rumpf des Weibchens (Fig. 6 a) ist aus 6 Segmenten zusammengesetzt. Das erste, längste Segment erreicht $\frac{2}{5}$ der ganzen Rumpflänge und ist in seiner ersten Hälfte stark verschmälert. Die größte Breite zeigt das dritte Rumpfsegment und diese verhält sich zur Länge des Rumpfes wie 5:9. Das letzte Segment (Fig. 6 b) des Rumpfes ist in der Mitte sehr schmal und hat stark unsymmetrische Seitenecken. Die rechte ist klein, länglich und trägt an der Außenseite zwei kurze Dornen; die linke ist viel größer, rundlich und mit zwei seitlichen Dornen versehen, von denen der hintere an einem schmalen Vorsprung befestigt ist. Außer den erwähnten Dornen trägt diese Seitenecke an der Oberfläche eine lappenförmige Erhöhung. Das Abdomen des Weibchens besteht aus drei Somiten; der erste von ihnen ist beinahe $1\frac{1}{2}$ mal länger als die zwei übrigen zusammen genommen und in seiner vorderen Hälfte höckerartig aufgetrieben. Der linke Höcker ist größer und in der Mitte an der Oberfläche leicht eingekerbt.

Der Rumpf des Männchens (Fig. 6 *c*) besteht aus 6 Segmenten, seine Gestalt ist länglich. Die Länge des ersten Rumpfsegmentes gleicht ungefähr der Gesamtlänge der fünf übrigen. Der Rumpf ist etwa $2\frac{1}{2}$ mal so breit als lang. Das letzte Rumpfsegment ist schmal, seine Seitenecken sind symmetrisch gebaut und eine jede mit einem Dorne versehen (Fig. 6 *d*). Das männliche Abdomen bilden 4 Segmente; das erste Segment ist etwas breiter als die übrigen, die größte Länge zeigt das zweite.

Die Antennen bestehen beim Weibchen aus 25 Gliedern, aus ebensovielen die linke, und aus 22 die rechte männliche. Das 13. von ihnen ist mit einem kurzen, starken Dorn bewaffnet, das 14. bis 18. sind aufgedunsen und das 20. in einen dornartigen Vorsprung verlängert (Fig. 6 *e*), der die Hälfte der Totallänge dieses Gliedes erreicht. Bei beiden Geschlechtern sind die Antennen verhältnismäßig lang; sie erreichen, bei ausgestreckter Lage des Tieres zurückgeschlagen, die Ränder der Furkalplatten.

Am V. Fußpaar des Weibchens (Fig. 6 *f*) sind die ersten Basalglieder von länglicher Gestalt, die zweiten dreieckig, beinahe halb so lang wie die ersten. Die Außenäste der beiden Extremitäten sind zweigliedrig. An dem rechten Exopoditen ist das erste Glied verlängert, beinahe zweimal länger als das erste Basalglied, in der Mitte etwas nach innen gekrümmt und an seinem Unterand mit einem Dorn versehen. An dem linken Außenast ist dasselbe Glied stärker in seiner unteren Hälfte gekrümmt und auch mit einem Dorn bewaffnet, welcher jedoch etwas höher befestigt steht. Die zweiten Außenastglieder gehen in die Greifklauen aus. Die rechte Greifklaue ist dolchförmig, die linke nach außen gebogen, ihre Innenränder sind fein gezähnt. Außer diesen Endklauen sind die zweiten Exopoditglieder mit je drei kleineren Nebenkralen versehen, welche an der Außenseite der Hauptklauen stehen (Fig. 6 *g*).

Die Endopoditen sind eingliedrig, schmal walzenförmig und jeder von ihnen trägt an seinem distalen Ende zwei kurze Borsten, deren Spitze den Unterrand des ersten Exopoditgliedes erreicht.

Beim Weibchen (Fig. 6 *h, i*) ist das V. Fußpaar asymmetrisch gebaut. Der rechte Fuß ist länger, seine Basalglieder sind beinahe von gleicher Größe. Das zweite Basalglied trägt an seiner inneren Kante oben einen kleinen Dorn und in der Mitte eine hyaline Membran. An der Außenseite dieses Gliedes steht eine

geißelförmige Borste, und hinten, an dem Unterrand, ein zahnartiger Vorsprung. Das erste Exopoditglied ist klein, sein Außenrand etwas höher als der Innenrand. Das zweite Außenastglied ist dem ersten Basalglied ähnlich; es ist nach innen gerichtet und an der Außenseite mit einem langen Dorn bewaffnet. Der Greifhaken ist zweimal, in seinem ersten und zweiten Drittel nach innen gekrümmt. Der Endopodit dieses Fußes ist eingliedrig, walzenförmig und an seinem distalen Ende behaart; sein Ende erreicht kaum den Unterrand des zweiten Basalgliedes.

Der linke Fuß des Männchens besitzt die beiden Basalglieder von fast gleicher Länge, ihre Außenränder sind abgerundet, und das zweite von ihnen trägt außen am unteren Ende einen stumpfen Zahn. Die beiden Exopoditglieder sind verwachsen und enden fingerförmig. Der Außenrand dieses einheitlichen Exopoditgliedes ist gewölbt, der Innenrand in seiner distalen Hälfte mit einem papillenartigen, fein behaarten Vorsprung versehen. Die fingerförmige Spitze dieses Gliedes ist auch an ihrem Innenrand behaart, vorn dagegen trägt sie eine kurze, gefiederte Borste. Der Endopodit dieser Extremität ist kurz, walzenförmig, stumpf abgeschnitten und trägt nahe der Spitze einen Kranz feiner Haare.

Die Gesamtlänge des Weibchens: 1·70 mm, die des Männchens: 1·45—1·50 mm.

Diese Art zeigt in dem Bau des V. männlichen Fußpaares gewisse Ähnlichkeit mit *Diaptomus Stuhlmanni* Mrazek (25).

Familie: Cyclopidae.

III. Gattung: Cyclops.

4. Art: Cyclops Dybowskii Lande.

In meinem Material kam diese charakteristische Art in mehreren Exemplaren vor, und die für diese Spezies festgestellten Merkmale stimmten vollkommen. Diese Art wurde von Daday in dem von Kilima-Ndjaro und Jippe-See (Deutsch-Ostafrika) stammenden Materiale angetroffen.

5. Art: Cyclops oithonoides Ss.

Von mehreren Forschern, J. Richard, S. Eckmann, Mrazek und zuletzt von Daday und van Douve für manche Afrika-

Gegenden festgestellt. Die aus der Ussangu-Steppe stammenden Exemplare dieser Spezies unterscheiden sich von den typischen Formen nur dadurch, daß ihre Furkaläste in der ersten Hälfte am Innenrand fein befiedert sind.

Es wurden also in der vorliegenden Arbeit für die Ussangu-Steppe fünf Ostrakodenarten, die zu vier Gattungen gehören, und drei Kopepodengattungen mit fünf Arten festgestellt und zwar:

- Ostracoda:** 1. *Centrocypris Jakubskii* nov. sp.
 2. *Stenocypris Dybowskii* nov. sp.
 3. *Stenocypris ussangiana* nov. sp.
 4. *Oncocypris Mülleri* Dad.
 5. *Cyprinotus symmetricus* Müll.
- Copepoda:** 1. *Lovenula Stolzmani* nov. sp.
 2. *Diaptomus Rehmani* nov. sp.
 3. *Diaptomus Czekanowskii* nov. sp.
 4. *Cyclops Dybowskii* Lande
 5. *Cyclops oithonoides* Sars.

Die erste der neuen *Stenocypris*-Arten erlaube ich mir zu Ehren des Hrn Prof. B. Dybowski, die drei neuen Kopepoden zu Ehren des Hrn Jan Stolzman, Prof. Dr. A. Rehman und Prof. Dr. J. Czekanowski, die alle seinerzeit in Afrika wissenschaftlich tätig waren, zu benennen.

Endlich möchte ich meinem Kollegen, Dr. A. W. Jakubski, für das Material, das er mir zur Verfügung stellte, sowie dem Herrn Prof. G. O. Sars und Herrn Dr. E. v. Daday für ihren gütigen Beistand bei der Vervollständigung der nötigen Literatur meinen innigsten Dank aussprechen.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Lemberg unter der Leitung des Prof. Dr. J. Nusbaum.

Literatur.

1. Blanchard R. et Richard J.: Faune des lacs salés d'Algérie. Cladocères et Copépodes. Mém. de la Société Zool. de France 1891.
2. Brady G. S.: On Entomostraca collected in Natal by Mr James Gibson. Proc. of the Zoolog. Soc. London, 1904.

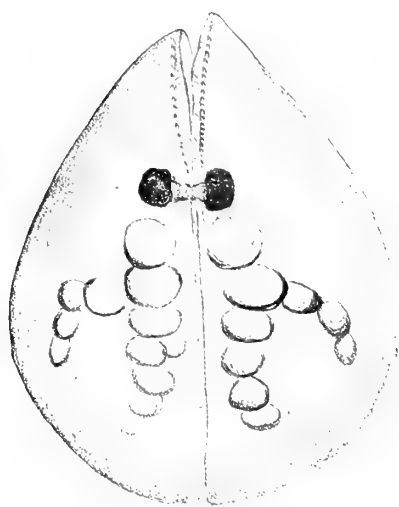
3. Brehm V.: Entomostraken aus Tripolis und Barka. Zoolog. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 26, 1908.
4. — Zur Kenntnis der Copepodenfauna von Deutsch-Kamerun. Zoolog. Anz., Bd. 34, 1909.
5. — Ein neuer *Cyclops* aus Deutsch-Kamerun. Arch. f. Hydrobiol., Bd. 5, 1910.
6. v. Daday E.: Mikroskopische Süßwassertiere aus Ceylon. Anhangsheft zum XXI. Bd. (1898) der Természeti Füzetek.
7. — Mikroskopische Süßwassertiere aus Turkestan. Zool. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 19, 1903.
8. — Untersuchungen über die Süßwasser-Mikrofauna Paraguays. Zoologica, Bd. 18, 1905.
9. — Untersuchungen über die Copepodenfauna von Hinterindien, Sumatra und Java, nebst einem Beitrag zur Copepodenkenntnis der Hawai-Inseln. Zoolog. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 24, 1907.
10. — Untersuchungen über die Süßwasser-Mikrofauna Deutsch-Ostafrikas. Zoologica, Bd. 23, Stuttgart 1910.
11. — Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils. Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien, Bd. 119, 1910.
12. — Entomostraces d'eau douce. Collections recueillies par M. le Baron de Rothschild dans l'Afrique Orientale (Abyssinie et Éthiopie). Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle, 1910.
13. — Untersuchungen über die Süßwasser-Mikrofauna Deutsch-Ostafrikas. Zoologica, Bd. 23, 1910.
14. van Douve C.: Ostafrikanische Süßwasser-Copepoden. Zoolog. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 33, 1912.
- 14a. — Copepoden des ostafrikanischen Seengebietes. Wiss. Ergebnisse der Deutsch. Zentralafrika-Expedition 1907—1908.
15. de Guerne et Richard J.: Révision des Calanides d'eau douce. Mém. Soc. Zool. de France, 2, 1889.
16. — — Description du *Diaptomus Alluaudi* n. sp., recueilli par M. Alluaud dans un réservoir d'eau douce à Lanzarote (Canaries). Bull. de la Soc. Zool. de France, T. 15; 1890.
17. — — Cladocères et Copépodes d'eau douce des environs de Rufisque. Mém. de la Soc. Zool. de France, T. V, 1892.
18. — — Diagnose d'un *Diaptomus* nouveau du Congo. Bull. de la Soc. Zool. de France, T. 15, 1890.
19. — — *Canthocamptus Grandidieri*, *Alona Cambouei*, nouveaux entomostracés d'eau douce de Madagascar. Mém. de la Soc. Zool. de France, T. VI, 1893.
20. — — *Diaptomus Chevreuxi*, copépode nouveau d'Algérie. Bull. de la Soc. Zool. de France, T. 19, 1894.
21. Guerne R.: On a small Collection of freshwater Entomostraca from South-Africa. Proc. of the Zool. Soc. London 1904.
22. — On the fresh-water Crustacea of Algeria and Tunisia. Journ. of the R. Microsc. Soc. 1909.
23. Herrick C. L.: A final report on the Crustacea of Minnesota included in the orders Cladocera and Copepoda. Minneapolis 1884.

24. Lovén S.: Fyra nya arter of Sötvattens-Crustaceer från Södra Afrika. Kong. Vet. Akad. Handling. Stockholm 1845.
25. Mrázek A.: Die Copepoden Ostafrikas. Deutsch-Ost-Afrika, Bd. IV, 1898.
26. Müller G. W.: Afrikanische Ostracoden, gesammelt von O. Neumann im Jahre 1893. Zoolog. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 13, 1900.
27. — Die Ostracoden. Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika. Heft II. Frankfurt a. M. 1898.
28. Poppe S. A. et Richard J.: Description du *Diaptomus Schmackeri* n. sp., recueilli par M. Schmacker dans le lac Tahoo (Chine). Bull. de la Soc. Zoolog. de France, T. 17, 1892.
29. — et Mrázek A.: Entomostraken des Naturhistorischen Museums in Hamburg. Beiheft z. Jahrb. d. Hamb. wiss. Anstalten, XII, 1895.
30. Richard J.: Sur quelques entomostracés d'eau douce d'Haïti. Mém. de la Soc. Zool. de France, T. 8, 1895.
31. Sars G. O.: On some South-African Entomostraca. Videnskabs-Selskabets-Skrifter, I. Mathematisk-naturv. Klasse 1895 N° 6.
32. — The Cladocera, Copepoda and Ostracoda of the Jana Expedition. Ann. Mus. zool. St. Pétersbourg, 1898.
33. — On the genus *Broteas* of Lovén with description of the type Species *Broteas falcifer*, Lov. Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, Bd. XXI, N° 2.
34. — On two new species of the genus *Diaptomus* from South-Afrika. Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, Bd. 28, N° 8.
35. — Zoological Results of the third Tanganyika Expedition, conducted by Dr. W. A. Cunningham 1904--1905. Report on the Copepoda. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1909.
36. Schmeil O.: Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. Zoologica 8. 5. 4 Bd. Stuttgart.
37. Stuhlmann F.: Beiträge zur Fauna zentralafrikanischer Seen, I. Zoolog. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 5, 1891.
38. Vávra V.: Die Süßwasser-Ostracoden Deutsch-Ost-Afrikas. Deutsch-Ostafrika, Bd. IV, 1898.
39. — Die von Herrn Dr. F. Stuhlmann gesammelten Süßwasser-Ostrakoden Zanzibars. Beiheft z. Jahrb. d. Hamburg. wissenschaftl. Anstalten, XII. Jhg., 1894.
40. — Ostracoden von Sumatra, Java, Siam, den Sandwich-Inseln und Japan. Zoolog. Jahrbücher, Syst. Abt., Bd. 23, 1906.

Erklärung der Tafeln.

Tafel LII.

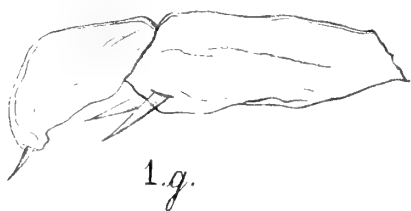
Fig. 1 a—i. *Centrocypris Jakubskii*: a. Weibchen von oben. (Die an der Oberfläche der Schalen stehenden Dornen wurden in der Figur weggelassen). b. Die rechte Schale. c. Der Vorderrand der rechten Schale. d. Die dritte Maxillariade. e. Das Ende des 2. Fußes. f. Die Furka. g. Das rechte Greiforgan.



1.a.



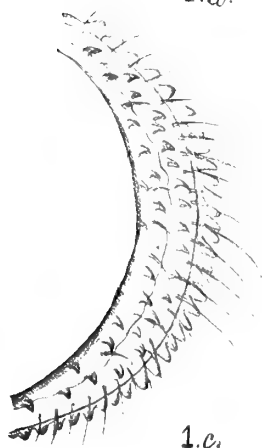
1.b.



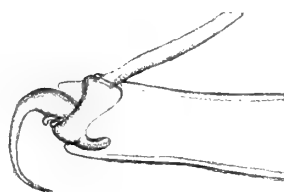
1.g.



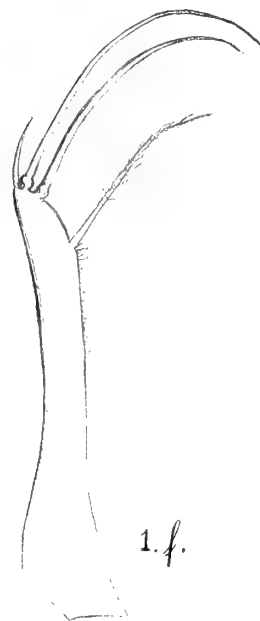
1.h.



1.c.



1.e.



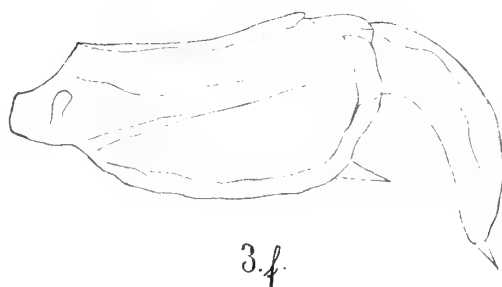
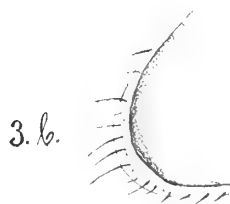
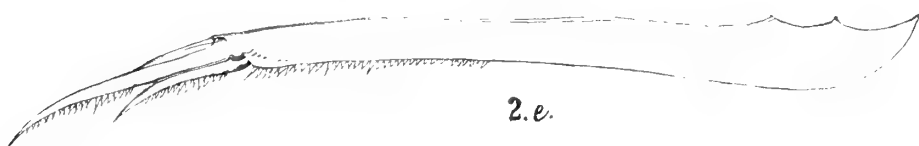
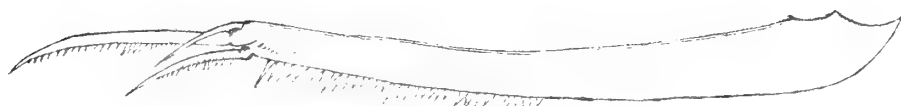
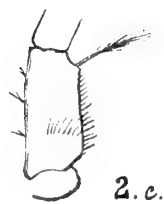
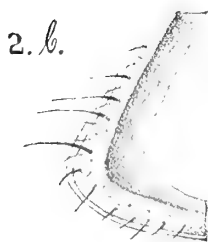
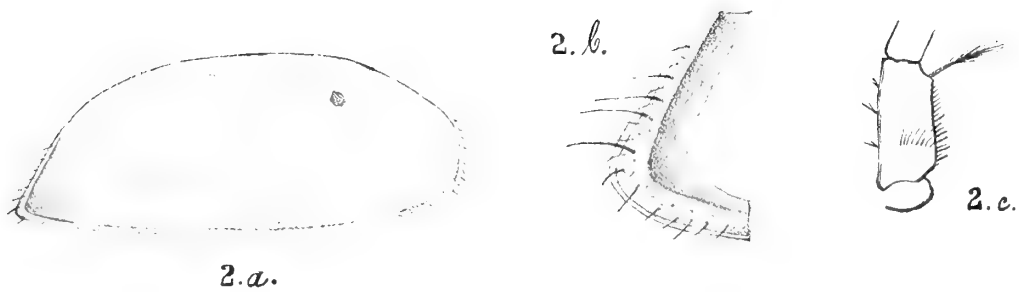
1.f.

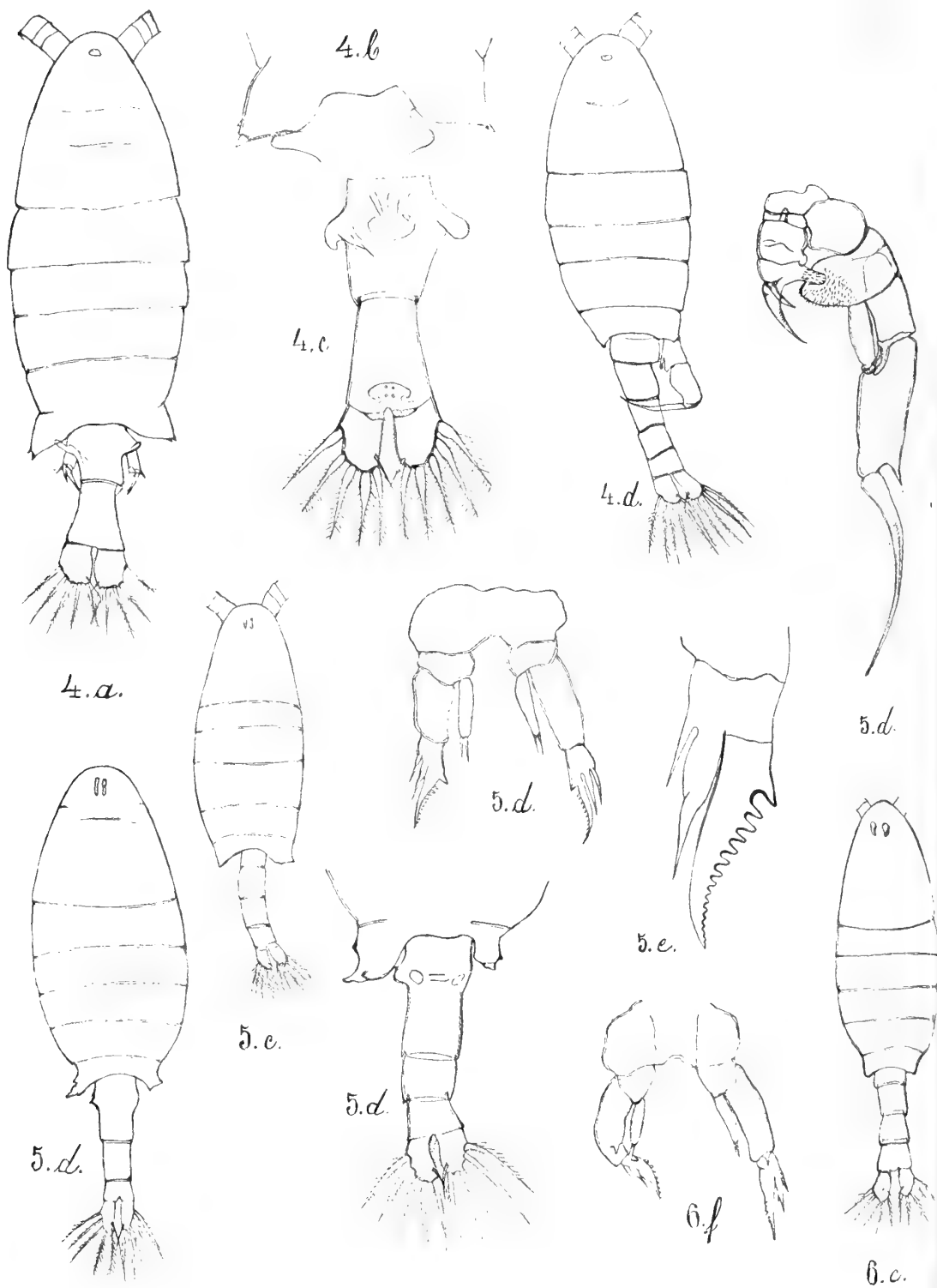


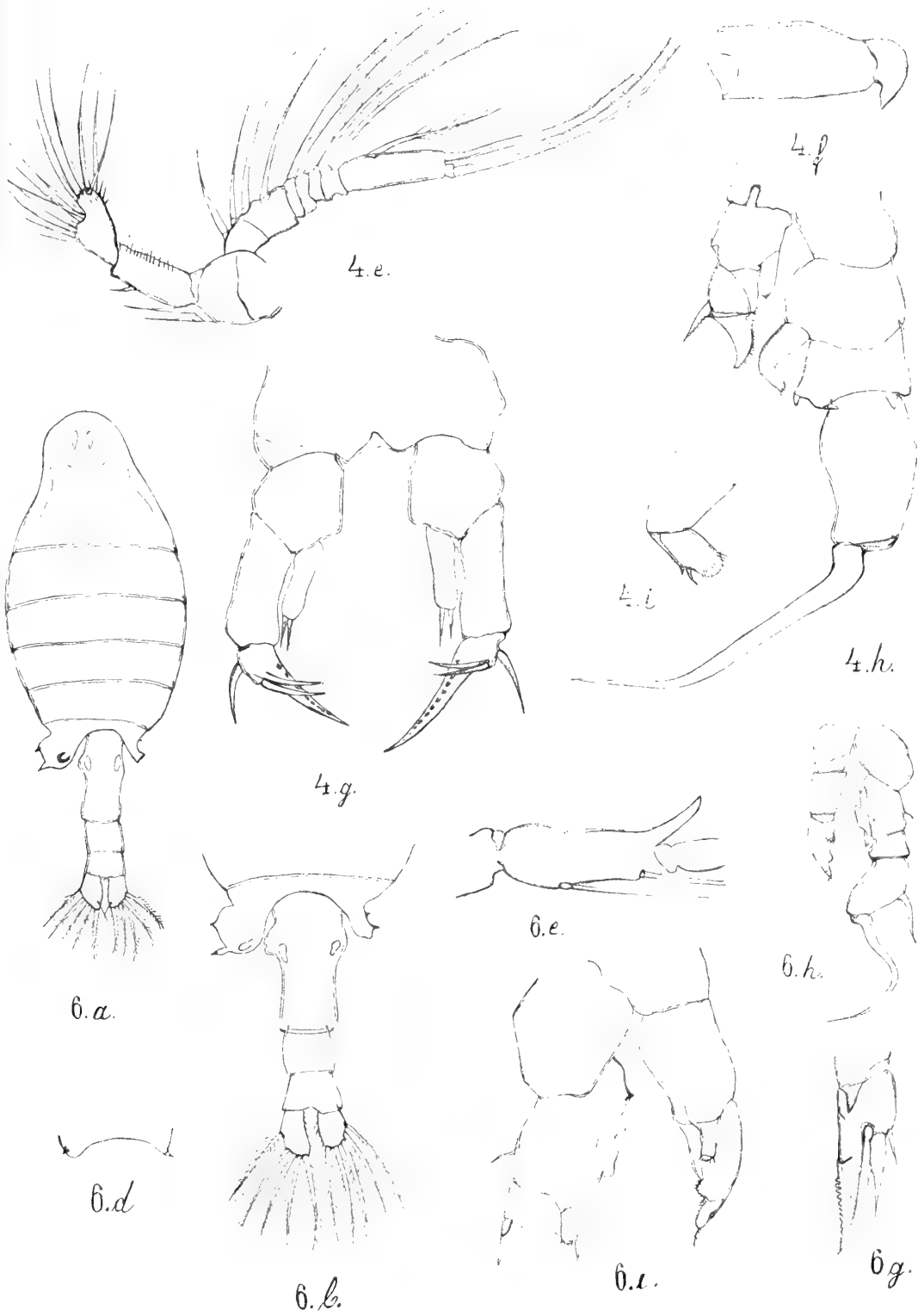
1.d.



1.i.







des Männchens. *h.* Das linke Greiforgan des Männchens. *i.* Das Begattungsorgan des Männchens.

Fig. 2 *a—e.* *Stenocypris Dybowskii*: *a.* Das Weibchen. *b.* Der Hinterrand der rechten Schale. *c.* Das zweite Glied des ersten Fußes. *d.* Der rechte Furkalast. *e.* Der linke Furkalast.

Fig. 3 *a—f.* *Stenocypris Ussangiana*. *a.* Das Weibchen. *b.* Der Hinterrand der rechten Schale. *c.* Eine gezähnelte Klaue des zweiten Antennenpaares. *d.* Der linke Furkalast. *e.* Der rechte Furkalast. *f.* Das rechte Greiforgan des Männchens.

Tafel LIII.

Fig. 4 *a—i.* *Lovénula Stolzmani*: *a.* Das Weibchen. *b.* Das letzte Rumpfsegment des Weibchens. *c.* Das Abdomen des Weibchens. *d.* Das Männchen. *e.* Das zweite Antennenpaar desselben. *f.* Das letzte Glied des ersten Antennenpaares. *g.* Das 5. Fußpaar des Weibchens. *h.* Das 5. Fußpaar des Männchens. *i.* Der Endopodit des rechten Fußes des Männchens.

Fig. 5 *a—f.* *Diaptomus Rehmani*. *a.* Das Weibchen. *b.* Das letzte Rumpfsegment und das Abdomen des Weibchens. *c.* Das Männchen. *d.* Das 5. Fußpaar des Weibchens. *e.* Die Greifklaue dieses Fußes. *f.* Das 5. Fußpaar des Männchens.

Fig. 6 *a—i.* *Diaptomus Czekanowskii*. *a.* Das Weibchen. *b.* Die letzten Rumpfsegmente und das Abdomen des Weibchens. *c.* Das Männchen. *d.* Das letzte Rumpfsegment des Männchens. *e.* Das 20. Glied der ersten männlichen Antenne. *f.* Das 5. Fußpaar des Weibchens. *g.* Die Greifklaue dieses Fußes. *h.* Das 5. Fußpaar des Männchens. *i.* Dasselbe von der unteren Seite.

*O wieku warstw węglowych Zagłębia Krakowskiego. —
Sur l'âge des couches houillères du bassin carbonifère de
Cracovie.*

Mémoire

de M. **BRONISŁAW RYDZEWSKI**,

présenté, dans la séance du 7 Juillet 1913, par M. M. Raciborski m. c.

Le bassin houiller de Cracovie forme la partie orientale du grand bassin carbonifère de la Haute Silésie; il occupe en Galicie occidentale une région située à l'ouest de Cracovie. On y exploite actuellement cinq mines de houille: celles de Libiąż, de Jaworzno, de Siersza, de Brzeszcze et de Tenczynek; c'est dans celles-ci que l'on recueille des plantes fossiles. L'une d'elles, celle de Libiąż, appartenant à un niveau plus élevé, peut-être à l'étage Stéphanien, n'entre pas dans le plan de mon étude. Aux quatre autres mines il faut ajouter celles de Dąbrowa¹⁾, depuis longtemps abandonnées, mais dont la flore fossile a été recueillie autrefois et se trouve représentée dans les collections paléobotaniques de Cracovie; il faut y ajouter aussi les mines de „Silesia“ près Dziedzice (Dziedzitz)²⁾, situées au sens administratif en Silésie Autrichienne, mais constituant le prolongement direct de la région cracovienne.

La flore houillère dont je publie ci-après la liste et dont je me sers pour déterminer l'âge géologique du bassin houiller de Cracovie provient donc des mines suivantes: Siersza, Jaworzno, Dąbrowa, Brzeszcze, Silesia et Tenczynek.

¹⁾ Il ne faut pas confondre cette ancienne mine abandonnée avec celles du bassin de Dąbrowa, dans la Pologne russe.

²⁾ L'orthographe polonaise des noms propres est employée dans le texte, et l'orthographe allemande indiquée entre parenthèses.

Si on laisse de côté les courtes notes ou simples mentions de Pusch¹⁾, de Zeiszner²⁾, de Hohenegger³⁾, d'Alth⁴⁾, de Roemer⁵⁾ et d'Olszewski⁶⁾, la première description de la flore carbonifère du bassin de Cracovie se trouve dans l'ouvrage où M. Franciszek Tondera⁷⁾ a décrit 64 espèces végétales provenant des mines de Siersza, de Jaworzno, de Dąbrowa et de Tenczynek et où il a essayé de déterminer l'âge du bassin houiller de Cracovie. Il considère toutes les couches houillères de ce bassin comme appartenant „à l'étage houiller moyen, à la partie inférieure de cet étage, appelée carbonifère inférieur, ou couches de Schatzlar, que l'on retrouve aussi dans le bassin de Valenciennes“. Mais il ajoute qu'on y trouve, en dehors de la flore de Schatzlar, une quantité plus ou moins considérable de végétaux du Culm.

Ce sont:

à J a w o r z n o :

Calamites ostraviensis,
Sphenopteris Dicksonioides (*Diplothmema Dicksonioides*)⁸⁾,
Neuropteris antecedens,
Stigmaria inaequalis,

à S i e r s z a :

Asterocalamites radiatus (*Archaeocalamites scrobiculatus*),

¹⁾ Georg Gottlieb Pusch. *Polens Paläontologie*. Stuttgart 1837.

²⁾ Ludwik Zeiszner. *Geologia do łatwego pojęcia zastosowana*. Kraków 1856.

³⁾ Ludwig Hohenegger. *Geognostische Karte des ehemaligen Gebietes von Krakau mit dem südlich angrenzenden Theile von Galizien, zusammengestellt durch Cornelius Fallaux*. Wien 1866.

⁴⁾ Dr. Alojzy Alth. *Pogląd na geologię Galicyi Zachodniej*. Spraw. Kom. Fizyogr. Akad. Umiej. za rok 1871. Kraków 1872, pag. 10.

⁵⁾ Dr. Ferdinand Roemer. *Geologie von Oberschlesien*. Breslau 1870, pag. 75.

⁶⁾ Dr. Stanisław Olszewski. *Krótki rys wycieczki geologicznej w W. Ks. Krakowskiem*. Sprawozd. Kom. Fizyogr. Akad. Umiej. za rok 1878. Kraków 1879, pag. 26.

⁷⁾ Franciszek Tondera. *Opis flory kopalnej pokładów węglowych Jaworzna, Dąbrowy i Sierszy*. Pamiętnik Akad. Umiej., Wydz. matem.-przyrodn., t. XVI. Kraków 1889.

⁸⁾ Les désignations de M. Tondera sont indiquées entre parenthèses, après le nom actuellement employé.

Sphenophyllum tenerrimum,
Sphenopteris (Oligocarpia) Bartoneci,
Sph. quercifolia (Oligocarpia quercifolia),
Sph. (Calymmotheca) divaricata,
Sph. elegans (Diplothemema elegans),
Sph. Dicksonioides (Diplothemema Dicksonioides),
Neuropteris Schlehani,
Stigmaria inaequalis,

à Tenczynek:

Lepidodendron Veltheimi.

„C'est un fait bien frappant, dit-il, que la flore distincte du Culm et celle des couches de Schatzlar se trouvent réunies chez nous dans la même couche. Il faut mentionner encore qu'on trouve dans la veine Izabella, à Siersza, certains fossiles du carbonifère supérieur à côté de ceux du Culm, à savoir: *Cordaites angulosostriatus* Gd'Eury et *Calamodendron cruciatum* (Stbg.) Zeiller.^{4 1)}

D'après M. Tondera, ce mélange d'une flore plus âgée et d'une flore plus jeune résulterait du fait que les végétaux du Culm auraient survécu dans le bassin houiller de Cracovie beaucoup plus longtemps que dans les terrains houillers voisins dont la flore, étudiée par D. Stur, servait de base aux études de l'auteur.

Un tel point de vue implique l'une des deux hypothèses suivantes: ou bien la flore houillère se développait avec une lenteur extraordinaire et les espèces anciennes persistaient si longtemps qu'elles ne peuvent pas servir de base à la détermination d'un âge géologique; ou bien les définitions de plantes que donne l'auteur ne sont pas toujours d'accord avec la réalité.

M. Tietze a adopté le premier point de vue; mais les études faites dans l'ouest de l'Europe et surtout les recherches classiques, consacrées à la flore houillère par M. le Professeur R. Zeiller, ont démontré que ce point de vue était erroné.

Dès lors il était impossible d'admettre qu'un bassin européen ait vu sa flore se développer dans des conditions si différentes de ce qu'elles étaient dans les autres. De là la seconde des hypothèses avancées plus haut.

Nous pourrions citer plusieurs savants qui ont exprimé les mê-

¹⁾ Tondera, l. c., pag. 216.

mes doutes. Je ne veux rappeler ici que l'opinion de M. Zeiller sur la définition de l'*Asterocalamites scrobiculatus*, dont la présence au milieu de la flore houillère moyenne l'illustre Professeur considère comme très douteuse¹⁾.

M. Siemiradzki²⁾ juge tout autrement les résultats obtenus par M. Tondera. S'appuyant sur l'opinion de M. Potonié, d'après lequel le mélange des flores houillères inférieure et moyenne caractérise en Haute Silésie le faisceau des couches dites „Sattelflötzschichten“, si importantes au point de vue économique, il considère les mines de Siersza qui (d'après M. Tondera) possèdent la même flore mixte („Mischflora“), comme l'équivalent des „Sattelflötzschichten“. On sait pourtant que le niveau des „Sattelflötzschichten“ n'a pas encore été atteint à Jaworzno et à Siersza et que les mines de ces localités se trouvent à un horizon plus élevé.

Il faut encore mentionner les travaux de MM. Bartonec et Zalessky. M. Bartonec³⁾ a publié en 1901 une courte note concernant le bassin houiller de Cracovie. Pour Jaworzno et Siersza qu'il considère comme appartenant au même niveau géologique, il cite les espèces suivantes comme caractéristiques:

Sphenopteris obtusiloba,
Sphenopteris trifoliolata,
Palmatopteris furcata,
Mariopteris muricata,
Alethopteris decurrens.

Cela le conduit à considérer les couches de Jaworzno et Siersza comme contemporaines des couches de Mikulów (Nikolai); il les place donc beaucoup plus haut qu'il ne résulte des recherches de M. Tondera.

M. Zalessky⁴⁾ parle de l'âge du bassin de Cracovie à l'oc-

¹⁾ R. Zeiller. Annuaire géologique universel, année 1889, t. VI. [Paléontol. végétale]. Paris 1890, pag. 1058.

²⁾ J. Siemiradzki. Geologia ziem polskich, t. I, Lwów 1903, pag. 191.

³⁾ F. Bartonec. Die Steinkohlenablagerung Westgaliziens und deren volkswirtschaftliche Bedeutung. Oesterr. Z. f. Berg- und Hüttenwesen, 1901, pag. 337.

⁴⁾ M. Zalessky. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora des Steinkohlenreviers von Dombrowa. Mémoires du Comité Géolog., N. Sér., Livraison 33. St. Pétersbourg 1907.

casion de l'étude qu'il a faite de la flore fossile du bassin voisin de Dąbrowa, dans la Pologne russe. Si l'on considère les définitions de M. Tondera comme exactes, il faut, dit-il, placer les couches houillères de Siersza plus bas que le fait M. Bartonec. Cependant on ne peut admettre que des végétaux comme l'*Asterocalamites scrobiculatus* et le *Sphenophyllum tenerrimum* se trouvent réunis avec une flore d'un niveau considérablement plus élevé, et, comme telle est bien la flore générale de Siersza, le savant paléobotaniste de Pétersbourg en conclut que l'âge de Siersza ne peut être déterminé en l'état actuel de nos connaissances. On se trouve dans la même situation à Tenczynek, que M. Bartonec attribue aux couches d'Ostrawa (Ostrauer Schichten) et où M. Tondera indique des espèces Westphaliennes comme *Lonchopteris Briceï* et *Pecopteris plumosa*.

Après cette analyse, il ne restait qu'une issue. Il fallait vérifier les définitions de M. Tondera et d'un autre côté compléter les collections existantes par des récoltes dans les mines ouvertes après la publication de son ouvrage. C'est la voie que j'ai suivie.

Grâce aux facilités que me donnait l'évolution de la Paléobotanique depuis les travaux de M. Tondera, j'ai pu m'assurer que plusieurs espèces avaient été mal définies par lui. Les dimensions restreintes de cette note ne me permettent pas de discuter en détail cette révision. J'aurai l'occasion de la faire dans une étude plus étendue, consacrée à la description de la flore fossile du bassin houiller de Cracovie. La première partie de cette étude se rapporte aux Lépidodendrées; elle est presque achevée.

Je ne veux noter dans la liste suivante que les résultats les plus importants au point de vue géologique; je place à gauche les noms des espèces décrites par M. Tondera et à droite les noms que je considère comme justifiés.

Calamites ostraviensis de Jaworzno = *Cal. Suckowi*.

Calamodendron cruciatum de Siersza = *Calamites sp. dubia*.

Sphenophyllum tenerrimum de Siersza = *Sph. trichomatosum*.

Saccopteris Essinghi de Dąbrowa = *Alloiopteris coralloides*.

Saccopteris grypophylla de Dąbrowa et Jaworzno = *Alloiopteris coralloides*.

Calymmotheca divaricata de Siersza = *Sphenopteris Schaumburg-Lippeana*.

- Calymmotheca Baemleri* de Siersza = *Alloiopteris coralloides*.
Diplothmema elegans de Siersza = *Sphenopteris Schaumburg-Lippeana*.
Diplothmema Dicksonioides de Jaworzno = *Sph. trifoliolata*.
Oligocarpia quercifolia de Siersza = *Alloiopteris coralloides*.
Neuropteris Schlehani de Siersza = *N. heterophylla* et *N. rarinervis*.
Neuropteris antedecens de Jaworzno = *Neuropteris sp. dubia*.
Lepidodendron Veltheimi de Tenczynek = *Lep. aculeatum* et *Lep. obovatum*.
Sigillaria elegans de Jaworzno = *Sigillaria n. sp.?*
Stigmaria inaequalis = *Stig. ficoides*.

L'*Asterocalamites scrobiculatus* (*Archaeocalamites radiatus*) de Siersza est dans un état de conservation qui ne permet pas de le définir. On peut dire la même chose d'un échantillon du *Lepidodendron Veltheimi* de Tenczynek.

Essayons d'établir maintenant une caractéristique rapide de la flore houillère du bassin de Cracovie.

Les mines de la Galicie occidentale m'ont fourni les espèces suivantes:

Mines de Silesia:

- Sphenopteris trifoliolata* Artis.
 " *Baemleri* Andrae.
 " *Laurenti* Andrae.
 " (*Renaultia*) *Schwerini* Stur. sp.
 " " *Schatzlarensis* Stur. sp.
Alloiopteris (*Corynepteris*?) *grypophylla* Goep. sp.
Mariopteris muricata Schloth. sp.
Pecopteris (*Asterotheca*) *Miltoni* Artis sp.
 " *Volkmani* Sauveur.
Lonchopteris Bricei Brongt.
 " *Silesiaca* Gothan.
Neuropteris gigantea Sternb.
 " *flexuosa* Sternb.
 " *tenuifolia* Schloth.
 " *acuminata* Schloth.
Neurodontopteris obliqua Brongt. sp.

- Calamites Suckowi* Brongt.
Asterophyllites charaeformis Sternb. sp.
Sphenophyllum cuneifolium Sternb. sp.
Lepidodendron aculeatum Sternb.
 " *obovatum* Sternb.
 " *ophiurus* Brongt.
Lepidophyllum lanceolatum L. et H.
Lepidostrobos variabilis L. et H.
Bothrodendron sp.
Sigillaria mamillaris Brongt.
 " *scutellata* Brongt.
 " *elongata* Brongt.
 " *rugosa* Brongt.
 " *Davreuxi* Brongt.
 " *Boblayi* Brongt.
 " *Schlotheimi* Brongt.
Sigillariostrobus cf. *nobilis* Zeiller.
Stigmaria ficoides Sternb. sp.

Mines de Brzeszcze:

- Sphenopteris obtusiloba* Brongt.
 " *trifoliolata* Artis.
 " *Andraeana* v. Roehl.
 " *Baemleri* Andrae.
 " *amoena* Stur. sp.
 " *bella* Stur. sp.
 " (*Renaultia*) *Schwerini* Stur. sp.
 " " *Schatzlarensis* Stur. sp.
Alloiopteris (*Corynepteris*?) *grypophylla* Goep. sp.
Mariopteris Dernoncourti Zeiller.
 " *muricata* Schloth. sp.
Pecopteris (*Dactylothea*) *plumosa* Artis sp.
Alethopteris lonchitica Schloth. sp.
 " *Davreuxi* Brongt. sp.
Neuropteris flexuosa Sternb.
 " *tenuifolia* Schloth.
 " *heterophylla* Brongt.
Neurodontopteris obliqua Brongt sp.

- Linopteris neuropteroides* Gutb. sp.
Calamites Suckowi Brongt.
 " *Cisti* Brongt.
 " *undulatus* Brongt.
 " *ramosus* Artis.
Annularia galioides L. et H.
Palaeostachya pedunculata Will.
Sphenophyllum cuneifolium Sternb. sp.
Lepidodendron aculeatum Sternb.
 " *obovatum* Sternb.
 " *dichotomum* Sternb.
 " *rimosum* Sternb.
 " *ophiurus* Brongt.
 " *serpentigerum* König.
 " *Wandae* n. sp.
Lepidostrobis variabilis L. et H.
Bothrodendron sp.
Lycopodites carbonaceus Feistmantel.
Sigillaria scutellata Brongt.
 " *rugosa* Brongt.
 " *Davreuxi* Brongt.
 " *Boblayi* Brongt.
Stigmaria ficoides Sternb. sp.
Cordaianthus Pitcairniae L. et H.
Trigonocarpus Noeggerathi Sternb. sp.

Mines de Dąbrowa:

- Alloiopteris (Corynepteris) coralloides* Gutb. sp.
Palmatopteris furcata Brongt. sp.
Mariopteris muricata Schloth. sp.
Pecopteris pennaeformis Brongt.
Alethopteris lonchitica Schloth. sp.
 " *Davreuxi* Brongt. sp.
Calamites Suckowi Brongt.
 " *Cisti* Brongt.
Lepidodendron obovatum Sternb.
Sigillaria rugosa Brongt.
Stigmaria ficoides Sternb. sp.

Mines de Tenczynek:

- Sphenopteris Baeumleri* Andrae.
Lonchopteris Bricei Brongt.
Pecopteris (Dactylothea) plumosa Artis.
Calamites Cisti (?) Brongt.
Sphenophyllum majus Bronn.
Lepidodendron aculeatum Sternb.
 " *obovatum* Sternb.
 " *dichotomum* Sternb.
Ulodendron sp.
Stigmaria ficoides Sternb. sp.
Dorycordaites palmaeformis Goep. sp.

Mines de Jaworzno:

- Sphenopteris obtusiloba* Brongt.
 " *neuropteroides* Boulay.
 " *Schillingsi* Andrae.
 " *trifoliolata* Artis.
 " *Souichi* Zeiller.
 " (*Crossothea*) *Schatzlarensis* Stur. sp.
 " (*Zeilleria*) *Schaumburg-Lippeana* Stur. sp.
Alloiopteris (Corynepteris) coralloides Gutb. sp.
 " " *Essinghi* Andrae sp.
 " " *Sternbergi* v. Ettings. sp.
Palmatopteris furcata Brongt. sp.
Mariopteris rotundata Hind.
 " *Beyrichii* Stur. sp.
 " *muricata* Schloth. sp.
Pecopteris (Asterotheca) Miltoni Artis sp.
Alethopteris Serli Brongt. sp.
Lonchopteris Bricei Brongt.
Neuropteris flexuosa Sternb.
 " *tenuifolia* Schloth.
 " *ovata* Hoffmann.
 " *Scheuchzeri* Hoffmann.
 " *rarinervis* Bunbury.
Calamites Suckowi Brongt.
 " *Cisti* Brongt.
 " *undulatus* Sternb.

- Calamites approximatus* Brongt.
Asterophyllites equisetiformis Schloth. sp.
Annularia radiata Brongt.
 " *sphenophylloides* Zenker.
Sphenophyllum cuneifolium Sternb. sp.
 " *emarginatum* Brongt.
 " *majus* Bronn sp.
 " *trichomatosum* Stur.
Lepidodendron aculeatum Sternb.
 " *obovatum* Sternb.
 " *pulvinatum* Tondera.
Lepidophloios laricinus Sternb.
 " *acerosus* L. et H.
Lepidostrobus variabilis L. et H.
Sigillaria tessellata Brongt.
 " *elongata* Brongt.
 " *rugosa* Brongt.
Stigmaria ficoides Sternb. sp.

Mines de Siersza:

- Sphenopteris obtusiloba* Brongt.
 " *Schillingsi* Boulay.
 " *trifoliolata* Artis.
 " *Sancti-Felicis* Stur. sp.
 " (*Renaultia*) *rotundifolia* Andrae sp.
 " " *Aschenborni* Stur. sp.
 " (*Crossothea*) *Crépini* Zeiller.
 " " *Schatzlarensis* Stur. sp.
 " (*Zeilleria*) *Schaumburg-Lippeana* Stur. sp.
 " (*Discopteris*) *Schumanni* Stur. sp.
Alloiopteris (*Corynepteris*) *coralloides* Gutb. sp.
 " " *Essinghi* Andrae sp.
Palmatopteris furcata Brongt. sp.
 " *Zobelii* Goep. sp.
Mariopteris latifolia Brongt. sp.
 " *rotundata* Hind.
 " *muricata* Schloth. sp.
Pecopteris (*Asterotheca*) *Miltoni* Artis sp.
 " *pennaeformis* Brongt.

- Pecopteris (Dactylothea) plumosa.*
Alethopteris lonchitica (?) Schloth. sp.
 " *decurrens* Artis sp.
 " *Serli* Brongt. sp.
Lonchopteris Bricei Brongt.
 " *halicensis* Gothan.
Neuropteris heterophylla Brongt.
 " *flexuosa* Sternb.
 " *tenuifolia* Schloth. sp.
 " *ovata* Hoffmann.
 " *rarinervis* Bunbury.
Calamites Suckowi Brongt.
 " *Cisti* Brongt.
 " *undulatus* Sternb.
 " *ramosus* Artis.
Asterophyllites equisetiformis Schloth. sp.
Annularia radiata Brongt.
 " *galioides* L. et H.
 " *sphenophylloides* Zenker.
Palaeostachya pedunculata Will.
Sphenophyllum cuneifolium Sternb.
 " *myriophyllum* Crépin.
 " *trichomatosum* Stur.
Lepidodendron aculeatum Sternb.
 " *obovatum* Sternb.
 " *dichotomum* Sternb.
 " *pulvinatum* Tondera.
Lepidophloios laricinus Sternb.
Halonia tortuosa L. et H.
Lepidostrobis variabilis L. et H.
Pinakodendron Ohmani Weiss.
Sigillaria mamillaris Brongt.
 " *elongata* Brongt.
 " *rugosa* Brongt.
Stigmaria ficoides Sternb. sp.
Cordaitea borassifolius Sternb. sp.
Artisia approximata Brongt. sp.
Cordaianthus Pitcairniae L. et H.
Cordaicarpus Cordai Geinitz sp.

Au premier coup d'oeil, on constate une différence importante entre les mines de Tenczynek, de Dąbrowa et les autres.

La flore de Tenczynek est extrêmement pauvre; en outre, la plupart des plantes qui y ont été recueillies sont dans un état de conservation qui ne permet pas leur détermination exacte.

Quant à Dąbrowa, on peut expliquer la pauvreté de sa flore par le fait que ces mines sont depuis longtemps abandonnées et que les échantillons paléobotaniques assez peu nombreux dont on dispose proviennent tous d'anciennes collections.

La flore carbonifère du bassin de Cracovie présente deux réunions de plantes assez distinctes pour qu'on puisse la diviser en deux groupes. On peut ainsi distinguer le groupe de Jaworzno-Siersza et celui de Silesia-Brzeszcze qui possèdent chacun un certain nombre d'espèces caractéristiques.

Dans le groupe de Silesia-Brzeszcze, ce sont la *Sphenopteris Baumleri* et l'*Alloiopteris grypophylla* qui lui donnent un caractère très net. A côté de ces espèces, on peut encore noter les suivantes:

Sphenopteris Schwerini,
 „ (*Renaultia*) *Schatzlarensis*,
Neurodontopteris obliqua,
Lepidodendron ophiurus,
Sigillaria scutellata,
 „ *Boblayi*,
 „ *Davreuxi*.

Elles y sont associées aux plantes qui se retrouvent dans le groupe de Jaworzno-Siersza, comme les

Sphenopteris trifoliolata,
Mariopteris muricata,
Neuropteris flexuosa,
 „ *tenuifolia*,
Calamites Suckowi,
Sphenophyllum cuneifolium,
Lepidodendron aculeatum,
 „ *obovatum*,
Lepidostrobus variabilis,
Sigillaria rugosa,
Stigmaria ficoides.

Parmi les fossiles de ce groupe, les

Sphenopteris Laurenti,
Pecopteris Volkmani,
Lonchopteris Silesiaca,
Neuropteris gigantea,
 „ *acuminata*,
Asterophyllites charaeformis,
Lepidophyllum lanceolatum,
Sigillaria Schlotheimi

n'ont été observées qu'à Silesia, tandis que les

Sphenopteris Andraeana,
 „ *amoena*,
 „ *bella*,
Mariopteris Derroncourti,
Linopteris neuropteroides,
Lepidodendron Wandae,
 „ *rimosum*,
 „ *serpentigerum*,
Lycopodites carbonaceus,
Trigonocarpus Noeggerathi

ne l'ont été qu'à Brzeszcze.

D'autre part, on peut citer certaines espèces inconnues jusqu'à présent à Silesia, mais communes à Brzeszcze et aux mines de l'autre groupe, comme les *Alethopteris lonchitica* et *Alethopteris Davreuxi* qui se trouvent à Brzeszcze et à Dąbrowa; les

Sphenopteris obtusiloba,
Calamites Cisti,
 „ *undulatus*,
 „ *ramosus*,
Annularia galioïdes,
Lepidodendron dichotomum,
Cordaites borassifolius,
Cordaianthus Pitcairniae

qui se trouvent à Brzeszcze et à Jaworzno ou à Siersza.

Enfin les espèces suivantes sont communes à Silesia et au groupe de Jaworzno-Siersza, mais n'ont pas encore été observées à Brzeszcze:

Pecopteris (Asterotheca) Miltoni,
Lonchopteris Bricei,
Sigillaria mamillaris,
 „ *elongata*.

Examinons maintenant la flore houillère de Jaworzno et de Siersza.

J'ai noté plus haut les espèces qui lui sont communes avec la flore de Silesia et de Brzeszcze. Mais il y en a un certain nombre qui se trouvent dans ces deux mines et n'ont été observées que là. Ce sont notamment les

Sphenopteris Schillingsi,
 „ *(Crossotheca) Schatzlarensis*,
 „ *(Zeilleria) Schaumburg-Lippeana*,
Alloiopteris (Corynepteris) Essinghi,
Mariopteris rotundata,
Alethopteris Serli,
Neuropteris ovata,
 „ *rarinervis*,
Asterophyllites equisetiformis,
Annularia radiata,
 „ *sphenophylloides*,
Sphenophyllum trichomatosum,
Lepidodendron pulvinatum,
Lepidophloios laricinus.

A côté de ces plantes, on trouve également en grande abondance les

Sphenopteris obtusiloba,
Palmatopteris furcata,
Alloiopteris (Corynepteris) coralloides;

un exemplaire unique de la première a été découvert à Brzeszcze; les autres, et surtout la dernière, paraissent assez répandues

à Dąbrowa. Ces trois espèces, accompagnées de l'*Alloiopteris Essinghi*, forment un ensemble caractéristique pour le groupe de Jaworzno-Siersza.

Pour en finir avec ce groupe, il faut citer encore les plantes qui ne se trouvent qu'à Siersza ou à Jaworzno.

Ce sont pour Siersza:

Sphenopteris Sancti-Felicitis,
 „ *rotundifolia*,
 „ *Aschenborni*,
 „ (*Crossothea*) *Crépini*,
 „ (*Discopteris*) *Schumanni*,
Palmatopteris Zobelii,
Mariopteris latifolia,
Alethopteris decurrens,
Lonchopteris halicensis,
Halonina tortuosa,
Pinakodendron Ohmani,
Cordaicarpus Cordai;

pour Jaworzno:

Sphenopteris neuropteroides,
 „ *Sauichi*,
Alloiopteris Sternbergi,
Mariopteris Beyrichii,
Neuropteris Scheuchzeri,
Calamites approximatus,
Sphenophyllum emarginatum,
Lepidophloios acerosus,
Sigillaria tessellata.

Les mines de Dąbrowa paraissent appartenir au groupe de Jaworzno-Siersza; on y trouve donc en abondance les *Alloiopteris* (*Corynepteris*) *coralloides* et *Palmatopteris furcata*, mais en même temps on peut y observer des espèces qui se rencontrent aussi à Brzeszcze, à savoir:

l'*Alethopteris lonchitica*,
 „ *Davreuxi*.

Peut-être avons-nous ici une zone de passage entre les deux groupes paléobotaniques.

Il nous reste à parler des mines de Tenczynek avec leur flore très pauvre et mal conservée. A ces circonstances défavorables, il faut ajouter que les travaux souterrains y sont encore très peu développés, ce qui diminue d'autant les chances d'une bonne récolte de fossiles.

Dans les collections du Musée de la Commission de physiographie de l'Académie des Sciences de Cracovie et dans celles du Laboratoire de Géologie à l'Université de Cracovie, se trouvent quelques échantillons de fossiles provenant, d'après l'étiquette, des environs de Krzeszowice. Comme il n'y a jamais eu aux environs de Krzeszowice d'autres mines que celles de Tenczynek, il semble bien qu'on puisse regarder ces échantillons comme provenant de ces mines.

Ce sont: les *Pecopteris (Dactylothea) plumosa* et *Lonchopteris Bricei*.

Il faut citer encore la *Sphenopteris Baeumleri*, qui a été mise à ma disposition par M. Morawski, et le *Lepidodendron aculeatum*, que M. Tondera a considéré à tort comme étant le *Lep. Veltheimi*. Enfin j'ai encore eu en mains le *Sphenophyllum majus*, ainsi qu'un échantillon des collections mentionnées ci dessus représentant le *Dorycordaites palmaeformis*. Le schiste de ce dernier ressemble extrêmement à celui de Tenczynek, mais l'étiquette porte un point d'interrogation après le nom de Tenczynek.

On voit donc que, si toutes ces plantes proviennent bien des mines de Tenczynek, l'une d'entre elles appartient au groupe de Silesia-Brzeszcze: c'est la *Sphenopteris Baeumleri*. Les autres, les:

Lonchopteris Bricei,
Pecopteris (Dactylothea) plumosa,
Lepidodendron aculeatum,
 „ *obovatum*,
 „ *dichotomum*,
Stigmaria ficoides

sont communes aux deux groupes. Quant à *Dorycordaites palmaeformis*, il n'a été trouvé qu'à Tenczynek, et enfin le *Sphenophyllum majus* se trouve aussi à Jaworzno.

En résumé, le bassin houiller de Cracovie présente, comme je l'ai dit plus haut, deux associations paléobotaniques distinctes. Ce sont: d'une part celle de Silesia-Brzeszcze, qu'on peut appeler le groupe de la *Sphenopteris Baeumleri* et de l'*Alloiopteris grypophylla*; de l'autre, celle de Jaworzno-Siersza ou groupe de la *Sphenopteris obtusiloba* et de l'*Alloiopteris coralloides*. Enfin les mines de Dąbrowa et de Tenczynek occupent une position intermédiaire.

Ces deux réunions paléobotaniques font ressortir l'existence de deux niveaux géologiques différents dans les parties exploitées du bassin houiller de Cracovie, exception faite des mines de Libiąż.

Pour établir l'âge géologique de notre bassin ainsi que le rapport de ses deux niveaux, il nous reste à comparer la flore houillère de Cracovie avec celle de quelques autres bassins choisis parmi les plus importants de l'Europe.

En analysant le tableau ci-après, on remarque que sur les 103 espèces, notées comme provenant du bassin de Cracovie, 72 font également partie de la flore du bassin houiller de Valenciennes.

Les autres se divisent en deux groupes: les unes, n'étant pas observées à Valenciennes, se trouvent parmi les végétaux carbonifères du Hainaut Belge, ou bien dans les couches de Schatzlar en Basse-Silésie, ou enfin en Westphalie; les autres, à savoir:

Lonchopteris Silesiaca,
 „ *halicensis*,
Lepidodendron pulvinatum,
 „ *Wandae*

n'ont été trouvées jusqu'à présent que dans le bassin de la Haute Silésie ou dans celui de Cracovie et semblent avoir un caractère local.

Cependant les recherches exécutées par MM. Zeiller¹⁾,

¹⁾ Zeiller R. Bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Paris 1888.

R. Zeiller. Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France d'après les caractères de la flore. Bull. Soc. Géol. Fr. 3^e sér. XXII p. 500.

R. Kidston¹⁾, Leo Cremer²⁾ et autrefois par D. Stur³⁾ sur les flores de tous ces bassins houillers, montrent qu'elles sont contemporaines de celle de Valenciennes. Dès lors, ces bassins appartiennent au houiller moyen que M. R. Zeiller a appelé l'étage Westphalien.

En conséquence, laissant de côté les espèces de caractère local, qui ne peuvent nous fournir de renseignements pour la détermination d'un âge géologique, nous pouvons, d'après la flore fossile, attribuer le bassin houiller de Cracovie à l'étage Westphalien.

Ayant ainsi établi l'âge géologique du bassin de Cracovie en général, cherchons maintenant si l'on y peut distinguer des divisions plus détaillées, comme M. R. Zeiller l'a fait pour le bassin de Valenciennes.

Rappelons que nous avons distingué, dans l'ensemble de la flore houillère du bassin de Cracovie, deux groupes principaux: celui de Silesia-Brzeszcze ou zone de la *Sphenopteris Baemleri* et de l'*Alloiopteris grypophylla*, et celui de Siersza-Jaworzno, ou zone de la *Sphenopteris obtusiloba* et de l'*Alloiopteris coralloides*.

Si nous excluons les espèces qui se trouvent à tous les niveaux du Westphalien et n'ont par conséquent aucune valeur au point de vue de la division stratigraphique détaillée, nous voyons parmi la flore de Silesia et Brzeszcze 8 plantes rencontrées également dans la zone inférieure et moyenne de Valenciennes. Ce sont:

Sphenopteris Laurenti,
Mariopteris Derroncourti,
Pecopteris Volkmani,
Alethopteris lonchitica,
Neuropteris acuminata,
Neurodontopteris obliqua,
Sigillaria Boblayi
Lycopodites carbonaceus.

¹⁾ R. Kidston. Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut Belge. Bruxelles 1911.

²⁾ Leo Cremer. Über die fossilen Farne des Westphälischen Karbons. Inaug. Dissertation. Marburg 1895.

³⁾ D. Stur. Die Carbon-Flora der Schatzlarer Schichten. Abhandl. d. k. k. geol. R.-Anstalt, Bd. XI. Wien 1885—87.

A côté d'elles, il faut citer encore les

Alethopteris Davreuxi et
Neuropteris flexuosa,

qui se trouvent aussi dans la zone supérieure de Valenciennes, mais se rencontrent en plus grande abondance dans la zone moyenne. Parmi les végétaux qui ne se rencontrent à Valenciennes que dans la zone moyenne, on trouve à Brzeszcze ou à Silesia les

Lonchopteris Bricei,
Palaeostachya pedunculata,
Lepidodendron rimosum et
 „ *ophiurus*,

Je n'ai trouvé dans la zone que je viens de décrire aucune espèce caractérisant exclusivement la zone supérieure de Valenciennes. A vrai dire, le *Cordaites borassifolius*, dont on a un seul exemplaire à Brzeszcze, la *Pecopteris Miltoni* de Silesia et enfin la *Neuropteris tenuifolia* sont très répandues dans la zone supérieure de Valenciennes, mais elles descendent aussi dans la moyenne. D'autre part, je n'ai observé dans ces deux mines aucune espèce qui fût cantonnée exclusivement dans la zone inférieure de Valenciennes.

Cette comparaison montre que nous sommes en droit de regarder les couches de Silesia et de Brzeszcze comme contemporaines de la zone moyenne de Valenciennes et particulièrement de sa partie inférieure.

Cette conclusion est confirmée par l'abondance de la *Sphenopteris Baeumleri*, espèce considérée par M. le Professeur R. Zeiller¹⁾ comme caractéristique des couches inférieures du Westphalien.

La *Sphenopteris Baeumleri* caractérise aussi l'horizon de la houille maigre du bassin de la Ruhr²⁾ (Westphalie) que M. Zeiller attribue au même niveau que la zone inférieure de Valenciennes.

¹⁾ R. Zeiller. Étude sur la flore houillère du bassin houiller d'Héraclée, pag. 85. Mém. de la Soc. géol. de France, Pal. Tome VIII. Mém. Nr. 21.

Idem. Sur les subdivisions etc.

²⁾ Leo Cremer l. c.

Je me borne pourtant à attribuer les couches que j'ai décrites à la base du Westphalien en l'absence d'autres végétaux caractéristiques, surtout de la *Neuropteris Schlehani*, du *Lepidodendron Veltheimi* etc., car on y trouve beaucoup de plantes d'un niveau plus élevé; la *Sphenopteris Baeumleri* elle même semble monter en Haute Silésie un peu plus haut qu'en Westphalie.

Parmi les végétaux du groupe de Jaworzno-Siersza, on remarque la prédominance de ceux des zones moyenne et supérieure de Valenciennes, à savoir:

Sphenopteris neuropteroides,
Alloiopteris (*Corynepteris*) *coralloides*,
 „ „ *Sternbergi*,
Palmatopteris furcata,
Mariopteris latifolia,
Pecopteris (*Asterotheca*) *Miltoni*,
Alethopteris decurrens,
 „ *Serli*,
Neuropteris tenuifolia.
 „ *rarinervis*,
Asterophyllites equisetiformis,
Sphenophyllum emarginatum,
Lepidostrobos variabilis,
Sigillaria tessellata,
Cordaites borassifolius.

Parmi ces plantes,

Sphenopteris neuropteroides,
Alloiopteris (*Corynepteris*) *coralloides*,
Pecopteris (*Asterotheca*) *Miltoni*,
Alethopteris *Serli*,
Neuropteris *rarinervis*,
Asterophyllites equisetiformis,
Sigillaria tessellata,
Cordaites borassifolius

se rencontrent aussi dans la zone moyenne, mais elles atteignent leur développement maximum dans la zone supérieure. Il n'y a

aucune espèce qui caractérise exclusivement la zone inférieure et je n'en peux citer pour la zone moyenne que trois, notamment les

Sphenopteris Souichi,
Alethopteris Essinghi,
Lonchopteris Bricei.

Enfin j'ai trouvé, parmi les végétaux de Jaworzno et de Siersza, un petit nombre de plantes houillères qui n'appartiennent qu'à la zone supérieure de Valenciennes; ce sont:

Sphenopteris Schillingsi,
 „ (*Crossothea*) *Crépinii*,
Neuropteris Scheuchzeri,
Annularia sphenophylloides,
Sphenophyllum myriophyllum,
 „ *majus*.

Je pense donc que la prédominance dans la flore de Jaworzno et de Siersza des espèces qui caractérisent la zone supérieure de Valenciennes ou s'y trouvent en nombre plus considérable que dans les autres, permet d'attribuer les couches houillères de ces localités au niveau supérieur du Westphalien. Mais l'absence de beaucoup de plantes caractéristiques de ce niveau, ainsi que les:

Linopteris sub-Brongniarti,
Sphenopteris chaerophylloides,
Alethopteris Grandini,
Annularia stellata,

et aussi la présence de celles de la zone moyenne de Valenciennes, comme *Lonchopteris Bricei*, nous fait considérer ces couches comme appartenant à la base de la zone supérieure.

La zone de Silesia-Brzeszcze semble se rattacher à celle de Jaworzno-Siersza par les couches de Dąbrowa dont les plantes fossiles, bien que trop peu nombreuses, sont celles que l'on trouve comme caractéristiques, les unes dans la zone de Silesia-Brzeszcze, les autres dans la zone de Jaworzno-Siersza.

Les mines de Tenczynek sont ordinairement attribuées aux couches d'Ostrawa (Ostrauer Schichten) à cause de la présence des Lingules, mais nous n'avons aucune plante de cette provenance qui corrobore ce point de vue. Toutes les plantes recueillies à Tenczynek sont celles qu'on connaît à l'étage Westphalien et parmi elles il y en a de très caractéristiques pour cet étage, comme par exemple la *Pecopteris* (*Dactylothea*) *plumosa* et la *Lonchopteris Bricei*.

Le petit nombre de plantes fossiles fournies par les mines de Tenczynek ne permet pas de déterminer avec assurance leur position parmi les mines du bassin de Cracovie. La présence de la *Sphenopteris Baeumleri* indique des rapports avec la zone inférieure, celle de Silesia-Brzeszcze; mais on y constate aussi celle des *Sphenophyllum majus* qui appartient aux couches supérieures du Westphalien et se retrouve à Jaworzno.

Il faut encore établir le rapport des couches houillères de Cracovie avec celles du bassin carbonifère de la Haute-Silésie dont elles font partie.

On sait que la base employée pour la division stratigraphique de cet énorme bassin est le faisceau des couches, dites „Sattel-flötzschichten“, bien reconnaissable à l'épaisseur très grande des couches de charbon et aux caractères pétrographiques des roches qui les entourent. Ce niveau, depuis très longtemps connu en Haute-Silésie aux environs de Katowice (Katowitz) et dans le district de Dąbrowa (en Pologne russe), où on l'appelle „couches de Reden“, n'a pas été jusqu'ici exploré, comme je l'ai indiqué plus haut, dans le bassin de Cracovie. La grande abondance de charbon à ce niveau donne un intérêt tout particulier à l'établissement de ses rapports avec les couches du bassin de Cracovie.

Quant à la flore fossile de ces couches, elle est caractérisée, d'après M. H. Potonié¹⁾, par un mélange de la flore du Culm (*Asterocalamites scrobiculatus*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Lepidodendron Veltheimi*, *Lep. Volkmanni* etc.) avec celle du houiller moyen. C'est cette flore que M. Potonié qualifie de III flore houillère ou flore mixte.

¹⁾ H. Potonié, Die floristische Gliederung des deutschen Carbon und Perm. Abh. d. k. preuss. geol. L.-Anst. N. F. Heft 21. Berlin 1896.

Voir aussi: Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie du même Auteur.

On peut citer à Silesia et à Brzeszcze les

Alloiopteris grypophylla,
Alethopteris lonchitica et
Mariopteris muricata

qui font partie de cette flore mixte; mais elles se trouvent également dans la IV^{me} flore houillère. L'espèce typique de la zone de Silesia-Brzeszcze, la *Sphenopteris Baumleri*, est citée par M. Potonié comme appartenant à la IV^{me} flore houillère, qui est celle du carbonifère moyen. Mais je dois dire qu'elle se trouve aussi plus bas, puisque je l'ai récoltée dans les couches de Reden à Dąbrowa, en Pologne russe.

Tous les autres végétaux de la zone de Silesia-Brzeszcze rentrent dans la IV^{me} flore houillère et nous ne voyons parmi les plantes de cette zone aucune des espèces du culm qui participent à la flore houillère mixte.

Ce fait ne permet pas d'attribuer les mines de Silesia et celles de Brzeszcze au niveau des couches de Reden. Il faut les placer au niveau des couches d'Orzesze, qui possèdent la IV^{me} flore houillère. Il est à regretter que M. Potonié, qui divise le niveau d'Orzesze en faisceaux de Ruda, de Mikulów (Nikolai) et de Żary (Sohrau), ne donne pas la liste des plantes qui caractérisent chacun d'eux¹). Il est dès lors impossible de dire de quel faisceau il faut rapprocher la zone de Silesia-Brzeszcze. Mais je pense que la présence des plantes qui s'étendent aussi à la III^{me} flore houillère, permet de regarder notre zone comme appartenant au niveau inférieur de la série d'Orzesze, peut-être à l'horizon du faisceau de Ruda.

Quant au groupe de Jaworzno-Siersza, la majorité de sa flore rentre dans les limites de la IV^{me} flore houillère, mais on y trouve aussi des plantes fossiles attribuées par M. Potonié à sa V^{me} flore houillère. Ce sont les

¹) Un ouvrage considérable, qui a commencé à paraître il y a quelques années, „Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste der paläozoischen und mesozoischen Formationen von Prof. Dr. H. Potonié“ donne en grand détail la provenance des plantes houillères; malheureusement, il ne contient jusqu'à présent qu'une petite partie des plantes qui nous intéressent ici.

Sphenopteris neuropteroides,
Alloiopteris (Corynepteris) Sternbergi,
Alethopteris Serli,
Pecopteris (Asterotheca) Miltoni,
Neuropteris rarinervis,
 „ *Scheuchzeri*.

Il me semble que d'après ces caractères on ne fera pas d'erreur si l'on attribue la zone de Jaworzno-Siersza aux couches de Żary (Sohrau) qui forment la partie supérieure des couches d'Orzesze.

Si cette position de nos deux zones par rapport à celles du bassin houiller de la Haute-Silésie est justifiée, malgré l'absence de caractères plus précis, nous pouvons considérer les couches de Dąbrowa, qui sont intermédiaires entre elles, comme analogues aux couches de Mikułów (Nicolai).

Il est difficile de définir la situation de Tenczynek. Je pense cependant que son niveau étant assez proche de celui de Silesia-Brzeszcze, on peut le comparer aussi à l'un des faisceaux d'Orzesze, peut-être aux couches de Mikułów (Nicolai).

Résumons ce qui précède.

Les mines que nous venons de décrire appartiennent à l'étage Westphalien de la période carbonifère, s'étendant de la base de la zone moyenne jusqu'à la base de la zone supérieure. Le faisceau de Silesia-Brzeszcze présente le niveau le plus bas; le faisceau de Jaworzno-Siersza le plus élevé. Dąbrowa se trouve situé entre les deux, la même position occupe, il me semble, Tenczynek.

Si l'on préfère employer la nomenclature locale, il résulte des recherches ci dessus que les couches présentement exploitées du bassin houiller de Cracovie sont toutes, à l'exception de Libiąż, situées au dessus des couches de Reden (Sattelflötzschichten) et que les plus basses, celles de Silesia et de Brzeszcze, semblent être contemporaines des couches de Ruda, tandis que les plus élevées, celles de Jaworzno et de Siersza, sont contemporaines des couches de Żary (Sohrauschichten).

Tableau de la répartition des plantes fossiles du bassin houiller de Cracovie comparée avec celles des autres bassins carbonifères de l'Europe.

		Bassin houiller de Cracovie					Bassin de Valen- ciennes (R. Zeiller)		Bassin de la Ruhr (L. Cremer)				Bassin (Kidston) Hainaut belge (Schatzlar (Stur)			
		Silesia	Byesze	Tenczynek	Dabrowa	Jaworzno	Sietsza	Z. inférieure	Z. moyenne	Z. supérieure	H. maigre	H. grasse	H. à gaz	H. flamante	Hainaut belge (Kidston)	Schatzlar (Stur)
1	<i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brongt.		X			X	X	RR	X	CC	X	X	X	X	X	X
2	— <i>neuropteroides</i> Boulay					X	X		X	C						
3	— <i>Schillingsi</i> Andrae					X	X			X						
4	— <i>trifoliolata</i> Artis	X	X			X	X	R	C	X	X		X	X		
5	— <i>Andraeana</i> v. Rochl.		X										X			
6	— <i>Baeumleri</i> Andrae	X	X	X							X	X			X	X
7	— <i>Laurenti</i> Andrae	X						AC	X						X	X
8	— <i>amoena</i> Stur sp.		X												X	X
9	— <i>bella</i> Stur sp.		X												X	X
10	— <i>Sancti-Felicitis</i> Stur sp.						X								X	X
11	— <i>Souichi</i> Zeiller					X			X						X	X
12	— (<i>Renaultia</i>) <i>Schwerini</i> Stur sp.	X	X												X	X
13	— — <i>rotundifolia</i> Andrae sp.						X				X	X	X		X	X
14	— — <i>Aschenborni</i> Stur sp.						X								X	X
15	— — <i>Schatzlarensis</i> Stur sp.	X	X										X		X	X
16	— (<i>Crossothea</i>) <i>Crépinii</i> Zeiller						X			X					X	X
17	— — <i>Schatzlarensis</i> Stur sp. [sp.						X	X							X	X
18	— (<i>Zeilleria</i>) <i>Schaumburg-Lippeana</i> Stur						X	X							X	X
19	— (<i>Discopteris</i>) <i>Schumanni</i> Stur sp.						X								X	X
20	<i>Alloiopteris</i> (<i>Corynept.</i>) <i>corraloides</i> Gutb. sp.				X	X	X		X	AC			X	X	X	X
21	— — <i>Essinghi</i> Andrae sp.					X	X		X				X		X	X
22	— — <i>Sternbergi</i> v. Ettings.					X			X	X	X				X	X
23	— — <i>grypophylla</i> Goep. sp.	X	X												X	X
24	<i>Palmatopteris furcata</i> Brongt. sp.				X	X	X		C	AR					X	X
25	— <i>Zobellii</i> Goep. sp.						X								X	X
26	<i>Mariopteris latifolia</i> Brongt. sp.						X		X	X	X				X	X
27	— <i>Dernoncourtii</i> Zeiller		X					X	X			X			X	X
28	— <i>rotundata</i> Hind.						X	X							X	X
29	— <i>Beyrichi</i> Stur sp.						X								X	X
30	— <i>muricata</i> Schloth. sp.	X	X		X	X	X	C	C	C	X	X	X	X	X	X
31	<i>Pecopteris</i> (<i>Asterothea</i>) <i>Miltoni</i> Artis sp.	X				X	X		X	CC					X	X
32	— <i>pennaeformis</i> Brongt.					X	X	X	X	X		X			X	X

		Bassin houiller de Cracovie					Bassin de Valen- ciennes (R. Zeiller)			Bassin de la Rubr (R. Cromer)				Hainaut belge (Kidston) Couches de Schatzlar (Stur)	
		Silesia	Brzeszcze	Tenczynek	Dąbrowa	Jaworzno	Siersza	Z. inférieure	Z. moyenne	Z. supérieure	H. maigre	H. grasse	H. à gaz		H. flamante
33	<i>Pecopteris Volkmani</i> Sauv.	X						AC	X					X	
34	— (<i>Dactylothea</i>) <i>plumosa</i> Artis sp.		X	X			X	X	X	X		X	X	X	X
35	<i>Alethopteris lonchitica</i> Schloth. sp.		X		X		?	C	C		X	X	X	X	X
36	— <i>decurrens</i> Artis sp.						X		X	RR	X	X	X	X	X
37	— <i>Davreuxi</i> Brongt. sp.		X		X			X	C	R	X	X	X	X	X
38	— <i>Serli</i> Brongt. sp.					X	X		X	CC	X	X		X	X
39	<i>Lonchopteris Bricei</i> Brongt.	X		X		X	X		AC	RR		X	X		X
40	— <i>Silesiaca</i> Gothan	X													
41	— <i>halicensis</i> Gothan														
42	<i>Neuropteris heterophylla</i> Brongt.		X				X	CC	C	AC					X
43	— <i>gigantea</i> Sternb.	X							X	X	X	X	X	X	X
44	— <i>flexuosa</i> Sternb.	X	X			X	X	X	X	R		X	X	X	
45	— <i>tenuifolia</i> Schloth.	X	X			X	X		X	AC		X	X	X	X
46	— <i>acuminata</i> Schloth.	X						X	X						X
47	— <i>ovata</i> Hoffmann					X	X							X	
48	— <i>rarinervis</i> Bunbury					X	X		X	C		X	X	X	
49	— <i>Scheuchzeri</i> Hoffmann					X			X	X		X			X
50	<i>Neurodontopteris obliqua</i> Brongt. sp.	X	X	X				AC	X			X	X		X
51	<i>Cyclopteris orbicularis</i> Brongt.	X	X			X	X		X	X					X
52	<i>Linopteris neuropteroides</i> Gutb. sp.		X												
53	<i>Calamites Suckowi</i> Brongt.	X	X		X	X	X	X	C	C					X
54	— <i>Cisti</i> Brongt.		X			X	X	X	X	X					X
55	— <i>undulatus</i> Sternb.		X			X	X	X	X	X					X
56	— <i>approximatus</i> Brongt.					X									X
57	— <i>ramosus</i> Artis		X				X	X	X	X					X
58	— <i>cruciatus</i> Sternb.					X	X			X					X
59	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schloth. sp.					X	X		AC	C					X
60	— cf. <i>grandis</i> Sternb. sp.		X					R	X	R					X
61	— <i>charaeiformis</i> Sternb. sp.	X													X
62	<i>Annularia sphenophylloides</i> Zenker sp.					X	X			AC					X
63	— <i>galioides</i> L. et H. sp.		X			X			?	X					X
64	— <i>radiata</i> Brongt.					X	X	C	AC	X					X
65	<i>Palaeostachya pedunculata</i> Will.		X			X			X						X
66	<i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb. sp.	X	X			X	X	X	X	X					X
67	— <i>emarginatum</i> Brongt.					X			X	AC					X
68	— <i>majus</i> Bronn sp.			X		X				X					X

		Bassin houiller de Cracovie					Bassin de Valen- ciennes (R. Zeiller)			Bassin de la Ruhr (R. Cremer)				Hainaut belge (Kidston) Couches de Schatzlar (Stur)		
		Silesia	Brzeszcze	Tenczynek	Dąbrowa	Jaworzno	Siersza	Z. inférieure	Z. moyenne	Z. supérieure	H. maigre	H. grasse	H. à gaz	H. flamante		
69	<i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crépin . . .						X		AC	?						X
70	— <i>trichomatosum</i> Stur					X	X									
71	<i>Lepidodendron aculeatum</i> Sternb.	X	X	X		X	X	AC	C	C						X
72	— <i>obovatum</i> Sternb.	X	X	X	X	X	X	X	X	AR						X
73	— <i>dichotomum</i> Sternb.			X			X	X	X	X						
74	— <i>rimosum</i> Sternb.			X					X							X
75	— <i>ophiurus</i> Brongt.	X	X						X							X
76	— <i>serpentigerum</i> König		X													X
77	— <i>pulvinatum</i> Tond.					X	X									
78	— <i>Wandae</i> n. sp.		X													
79	<i>Lepidophloios laricinus</i> Sternb.					X	X	X	X	X						X
80	— <i>acerosus</i> L. et H.					X										
81	<i>Halonina tortuosa</i> L. et H.						X		X	X						X
82	<i>Lepidostrobus variabilis</i> L. et H.	X	X			X	X		X	X						X
83	<i>Lepidophyllum lanceolatum</i> L. et H.	X						X	X	X						X
84	<i>Ulodendron</i> sp.			X												
85	<i>Bothrodendron</i> sp.	X	X													
86	<i>Pinakodendron Ohmani</i> Weiss						X									X
87	<i>Lycopodites carbonaceus</i> Feistm.		X					X	X							
88	<i>Sigillaria tessellata</i> Brongt.					X			X	CC						X
89	— <i>mamillaris</i> Brongt.	X						X	X	X						X
90	— <i>scutellata</i> Brongt.	X	X					X	AC	X						X
91	— <i>elongata</i> Brongt.	X						X	C	X						X
92	— <i>rugosa</i> Brongt.	X	X		X	X	X		X							X
93	— <i>Davreuxi</i> Brongt.	X	X					X	X	RR						X
94	— <i>Boblayi</i> Brongt.	X	X					X	X							X
95	— <i>Schlotheimi</i> Brongt.	X														
96	<i>Sigillariostrobus</i> cf. <i>nobilis</i> Zeiller	X							X							X
97	<i>Stigmaria ficoides</i> Sternb.	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X
98	<i>Cordaite borassifolius</i> Sternb. sp.		X			X	X		R	AC						X
99	<i>Dorycordaites palmaeformis</i> Goep. sp.			X				X	X							X
100	<i>Artisia approximata</i> Brongt. sp.								X							X
101	<i>Cordaianthus Pitcairniae</i> L. et H.		X				X			X						X
102	<i>Cordaicarpus Cordai</i> Geinitz sp.						X		X							X
103	<i>Trigonocarpus Noeggerathi</i> Sternb. sp.	X							X	X						X

Tels sont les résultats que je puis présenter quant à présent. Le tableau que j'ai dressé de la répartition des espèces dans les mines de la Galicie occidentale est fort incomplet, mais les recherches que j'espère pouvoir poursuivre combleront sans doute une part des vides.

En terminant ce travail j'accomplis l'agréable devoir d'exprimer ma vive reconnaissance aux personnes qui m'ont aidé à le mener à bien. MM. les Professeurs Wł. Szajnocha et Wł. Kulczyński ont bien voulu mettre à ma disposition les collections dont ils ont la garde. MM. les ingénieurs des mines sur lesquelles porte mon étude m'ont donné toutes les facilités voulues pour les recherches et les récoltes que j'ai dû faire. Enfin je dois remercier surtout M. R. Zeiller, l'illustre professeur de l'École Nationale supérieure des Mines de Paris, qui m'a ouvert avec la plus grande bienveillance son laboratoire et m'a secouru de ses précieux conseils, ainsi que M. J. Grzybowski, le distingué Professeur de l'Université Jaguellonne de Cracovie, auquel je dois le plan même de ce travail et qui m'a constamment soutenu de ses indications éclairées et de ses encouragements.

Paris, le 21 mai 1913.

*Rewizya fauny tatrzańskiej Wioślarek (Cladocera). Część I.
Daphnidae. — Revision der Cladocerenfauna der Tatra-
Seen. I. Teil. Daphnidae.*

Mémoire

de M. **A. LITYŃSKI**,

présenté, dans la séance du 2 Juin 1913, par M. A. Wierzejski m. c.

(Planches LIV—LVIII).

Bis zum Jahre 1879 waren die Tatra-Seen in wissenschaftlicher Beziehung fast ganz unbekannt. Denn erst in diesem Jahre nahm E. Dziewulski aus Warschau eine gründliche hydrographische Erforschung derselben vor. Dank seiner tatsächlich hingebungsvollen Arbeit wurden mit Unterstützung des polnischen Tatra-Vereines bis zum Jahre 1882 folgende Seen untersucht: der Fischsee (1404 m ü. d. M.), das Meerauge (1584 m), die Polnischen Fünf Seen im Roztoka-Tal (1669—1890 m) und der Schwarze Gąsienica-See¹⁾ (1620 m), somit die größten und interessantesten unter den polnischen Tatra-Seen²⁾. Leider wurden diese Forschungen durch seinen frühzeitigen Tod unterbrochen.

Den ersten Schritt auf dem Gebiete der planktonischen Forschung machte im Jahre 1880 Prof. A. Wierzejski und entwarf auf Grund seiner Untersuchung von 27 Seen ein allgemeines Bild ihrer Fauna in drei in polnischer Sprache verfaßten Abhandlungen [1881, 1882 und 1883]. Dieselben wurden 1895 noch durch eine

¹⁾ Der in der deutschen Literatur für diesen und die benachbarten Seen gebrauchte Namen Raupen-Seen beruht auf einem Mißverständnis; die Seen haben ihren Namen nicht von Raupen (gąsienica = Raupe), sondern von den Besitzern des größten Teils der betreffenden Alpe, namens Gąsienica.

²⁾ Es wurden hauptsächlich die Größe, die Tiefe dieser Seen, die Gestaltung des Beckens und die Temperatur des Wassers ermittelt.

Übersicht der Krustazeenfauna ergänzt und bildeten für die ausländischen Forscher die Grundlage bei ihren vergleichenden Studien; für die polnischen bildeten sie noch bis in die allerletzte Zeit den Ausgangspunkt für weitere Forschungen. Es erschien zwar nach Verlauf von 14 Jahren eine deutsche Arbeit von E. Daday (1897), sie bezieht sich aber größtenteils auf die ungarischen Tatra-Seen und erweckt kein großes Vertrauen, da sie, wie wir es unten näher begründen wollen, nur auf oberflächlicher Forschung beruht.

Wir erfahren aus den Arbeiten von Prof. Wierzejski, daß die Fauna der Tatra-Seen, verglichen mit derjenigen des Tieflandes und der niederen Alpenseen, auffallend arm ist; ferner daß dieselbe sich mit der Erhebung ü. d. Meerspiegel und den verschiedenen lokalen Lebensbedingungen von einem See zum anderen ändert. Das auffallendste Merkmal dieser Fauna ist das massenhafte Auftreten von Individuen nur sehr weniger Arten, von denen es in manchen Seen förmlich wimmelt. Prof. Wierzejski entdeckte in der Hohen Tatra einige neue Arten, welche in den erwähnten Arbeiten beschrieben worden sind. Er hat keine scharfe Grenze zwischen der Ufer- und der Tiefseefauna feststellen können und schreibt diese Eigentümlichkeit dem Mangel an Wasservegetation, sowie zum Teil den steil abfallenden Ufern zu. Unter den untersuchten Seen zeichnet sich der kleine Dwoisty-See (1654 m, zur Gruppe der Gąsienica-Seen gehörig) dadurch aus, daß in demselben der seltene, in Mitteleuropa sonst nirgends vorkommende Relikt der Glazialfauna *Branchinecta paludosa* O. F. M. lebt — ein wichtiger Umstand zur Beurteilung der Geschichte der Tatra-Seen und der Herkunft ihrer Fauna ¹⁾.

Nach den Untersuchungen von Wierzejski und Daday trat in den faunistischen Forschungen der Tatra-Seen eine sehr lange Pause ein. Die neue Forschungsperiode beginnt erst mit dem Jahre

¹⁾ Diese Art führt auch Daday (1897) aus den „Raupenseen“ an, die nach ihm an der Grenze der Schneeregion liegen, was insofern falsch ist, da die höchstgelegenen Gąsienica-Seen kaum 1837 m ü. d. M. liegen, und die Schneegrenze hier theoretisch mit 2300 m angenommen wird. Ferner ist die Angabe, daß *Branchinecta paludosa* in allen genannten Seen lebt, gleichfalls unrichtig, da sie nach Angabe von Prof. Wierzejski, sowie nach meinen eigenen dreijährigen Erfahrungen einzig und allein in dem sog. Dwoisty-See vorkommt und sonst weder in einem anderen dieser Gruppe, noch in irgend einem unter den bisher untersuchten Seen entdeckt werden konnte.

1909, in welchem die Forschungen von L. Sawicki und S. Minkiewicz einsetzen; jener arbeitet in physikalisch-geographischer, dieser in faunistischer Richtung. Über diesbezügliche Resultate liegen bislang nur vorläufige Mitteilungen von Minkiewicz vor [1911 u. 1912].

Alle bisherigen Untersuchungen wurden ausschließlich in kurzen Zeiträumen ausgeführt und konnten deshalb über wichtige biologische Tatsachen, z. B. über die Jahresentwicklung der einzelnen Formen keinen klaren Aufschluß geben. Als ich somit im Jahre 1910 die Erforschung der Tatra-Seen vornahm, machte ich es mir zur Aufgabe, meine Beobachtungen das ganze Jahr hindurch zu führen, um ein einheitliches Gesamtbild der Fauna in ihrer Jahresentwicklung zu gewinnen.

Im Einverständnis mit Prof. Wierzejski und seinem erfahrenen Rat folgend, beschränkte ich meine Untersuchungen zunächst auf eine kleine Anzahl von Seen, nämlich auf die Gruppe der Gąsienica-Seen im Sucha Woda-Tale, und nur auf die Familie *Daphnidae*, um umso genauer ihre verwickelte Systematik und Biologie kennen zu lernen. Nachdem ich aber im Verlaufe meiner Studien eine Unterstützung seitens der Physiographischen Kommission der Krakauer Akademie der Wissenschaften erhalten hatte, konnte ich meine Untersuchungen auf eine größere Anzahl von Seen ausdehnen, so daß ich imstande war, in der Zeit vom Mai 1910 bis Mai 1913 im allgemeinen 46 kleinere und größere Seen und 29 Tümpel mehr oder weniger genau durchzuforschen.

Ich bemühte mich so weit als möglich, die planktonisch-biologischen Untersuchungen mit den physikalisch-geographischen zu verbinden, die von der bisherigen Forschung zu wenig Beachtung gefunden haben.

Durch die neueren wertvollen Untersuchungen von Wesenberg-Lund [1902, 1908, 1912], Ostwald [1904], Issakowitsch [1908], Woltereck [1908, 1909] und Papanicolau [1910] wurde bekanntlich ein genauerer Zusammenhang zwischen den äußeren Lebensbedingungen und dem morphologischen Bau der Planktonorganismen festgestellt. Wierzejski hat bereits im Jahre 1882 die Ansicht ausgesprochen, daß die verschiedenen in den Tatra-Seen lebenden Formen von *Daphnia pulex* De Geer unter dem Einfluß der spezifischen lokalen Lebensbedingungen entstanden sind. Im Hinblick auf diese Ansichten erblickt die neue Forschung der

Tatra-Seen ihre Aufgabe darin, die physikalischen Verhältnisse möglichst genau zu erforschen, da dieselben eine wichtige hydrobiologische Grundlage für das Verständnis ihrer Fauna bieten. Meine diesbezüglichen Untersuchungen bezogen sich hauptsächlich auf folgende Punkte: 1) die Zeit des Zufrierens und Auftauens der Seen, 2) die Insulationsverhältnisse, 3) die jährlichen Schwankungen des Wasserniveaus, 4) die Dicke und Beschaffenheit der Eisdecke, endlich 5) die Schwankungen der jährlichen Oberflächentemperaturen der Seen.

Es soll im folgenden zuerst über sämtliche physikalisch-geographischen Verhältnisse und hernach über die Ergebnisse der vergleichenden biologischen und systematischen Studien über die Familie der *Daphniden* gehandelt werden.

I. Physikalisch-geographischer Teil.

Das Tatragebirge ist trotz seiner geringen Ausdehnung (60 Kilometer Länge, 715 km² Flächeninhalt) sehr reich an Seen; die Gesamtzahl derselben beträgt 120. Die größten erreichen einen Flächeninhalt von 19—34 Hektar, bei größter Tiefe von 50—84 m (das Meerauge), die mittleren 3—12 Hektar; die übrigen sind viel kleiner, oft aber ziemlich tief und trocknen das ganze Jahr hindurch nicht aus. Wenige liegen noch in der Waldregion (bis etwa 1545 m ü. d. M.), am tiefsten der Toporowy-See (1095 m ü. d. M.), die meisten in oder über der Krummholzregion (zirka 1960 m ü. d. M.), die höchstgelegenen in der alpinen Region, so z. B. der Eis-See unter dem Eistalerjoch (zirka 2180 m ü. d. M.). Mehrere von ihnen haben keine direkte Verbindung mit Gebirgsbächen, manche sogar gar keinen Abfluß. Ihr klares Wasser hat eine durchschnittlich sehr niedrige Jahrestemperatur, weil die meisten über ein halbes Jahr mit Eis bedeckt sind, ja drei von ihnen sind sogar im Hochsommer noch nicht ganz eisfrei und heißen deshalb beim Volk „Gefrorene Seen“. Sie entbehren mit sehr wenigen Ausnahmen einer höheren Wasservegetation¹⁾, und ihre tierischen Bewohner sind auf eine sehr karge Kost von Mikroorganismen und von spärlich zufließendem Detritus gewiesen.

¹⁾ Nur in 10 Seen wachsen *Carex*- und *Scirpus*-Arten und in einem *Potamogeton natans* (Toporowy-See), dagegen fehlen andere den Teichen und Seen der Niederung eigentümliche Pflanzen.

Diese Eigentümlichkeiten der Tatra-Seen rechtfertigen die auffallende Artenarmut ihrer Fauna, welche größtenteils aus außerordentlich zarten, durchsichtigen Formen besteht. Die oft angeführte Erklärung der vollkommenen Durchsichtigkeit der Planktonorganismen, in welcher man nämlich ein Schutzmittel gegen die Angriffe der Feinde erblickt, erscheint hier etwas bedenklich, weil die vollkommen durchsichtigen Tiere unter den Bewohnern der Tatra-Seen gerade oft am größten und stärksten sind und somit keines Schutzes bedürfen, so z. B. *Holopedium gibberum* Zad. und mehrere andere. Unserer Meinung nach dürfte man die Ursache ihrer Durchsichtigkeit eher in der sehr spärlichen Kost, in der Beschaffenheit des Wassers und (soweit es sich um überwinternde Arten handelt) dem monatelangen Leben unter der Eisdecke zu suchen haben.

Nach dieser allgemeinen Charakteristik gehen wir zur speziellen Darstellung der von mir näher erforschten Seen über.

1. Die Gąsienica-Seen, ihre Lage und ihr allgemeiner physikalischer Charakter.

In dem Sucha Woda-Tale befinden sich 10 kleinere und größere Seen und 6 kleine Tümpel, die auf einem verhältnismäßig engen Raume in zwei durch den Kościelec-Grat (2152 m) getrennten Gruppen zerstreut liegen. In der kleineren östlichen Gruppe liegen nur zwei Seen, nämlich:

1. Der Schwarze Gąsienica-See, der größte unter allen, liegt am Fuße des hier steil abfallenden Kościelec-Berges, ist außerdem von anderen Bergen rings umgeben und deshalb während des größten Teils des Tages stark beschattet. Der Ufer- und Seegrund sind mit großen Granitblöcken bedeckt. Die spärliche Flora seiner nächsten Umgebung besteht hauptsächlich aus folgenden Arten: *Pinus montana* var. *mughus*, *Vaccinium* (2 Arten), Torfmoose (*Sphagnum*), *Soldanella hungarica*, *Geum montanum*, *Primula minima*, *Homogyne alpina* und *Rhizocarpon geographicum*. Dieser See entbehrt vollständig der höheren Wasserflora.

2. Der kleine Zmarzły-See¹⁾ liegt in der Nähe des vorigen nur zirka 170 m höher in einem tiefen Gebirgskessel am Fuß des

¹⁾ Gefrorener See.

Kozi Wierch (2295 m ü. d. M.) und erhält seine Zuflüsse nur vom Schmelzschnee. Aus dem See entspringt ein Bach, der in kleinen Wasserfällen in den Schwarzen Gąsienica-See hinabstürzt.

In dem größeren westlichen Teile des Gąsienica-Tales in der Richtung von der Schutzhütte gegen die Świnica-Spitze (2306 m ü. d. M.) liegen folgende Gewässer;

1. Die sog. Dwoiściaki, 6 kleinere Tümpel, teilweise von Gestalt von Karsttrichtern, deren dunkelbraunes Wasser viele organische Substanzen enthält. Ihr Boden ist schlammig, die größte Tiefe beträgt 2 m, die Länge der größten Tümpel überschreitet nicht 20 m. Sie liegen zirka 1600 m ü. d. M.

2. Der Sobkowy-See ist ein ganz kleiner, seichter, schlammiger See, dessen flacher Boden mit faulendem pflanzlichem Detritus belegt ist. Am nördlichen und südlichen Ufer wächst *Scirpus*, außerhalb derselben, dichte Gebüsch bildend, *Pinus montana* var. *mughus*, die auch die östliche Uferzone ganz bedeckt. Aus dem Sobkowy-See entspringt der Sucha Woda-Bach, der in einer Entfernung von ungefähr 100 m sich unter der Erde verliert und erst einige Kilometer weiter, nach Vereinigung mit dem Ausflusse des Schwarzen Gąsienica-Sees, wieder zum Vorschein kommt.

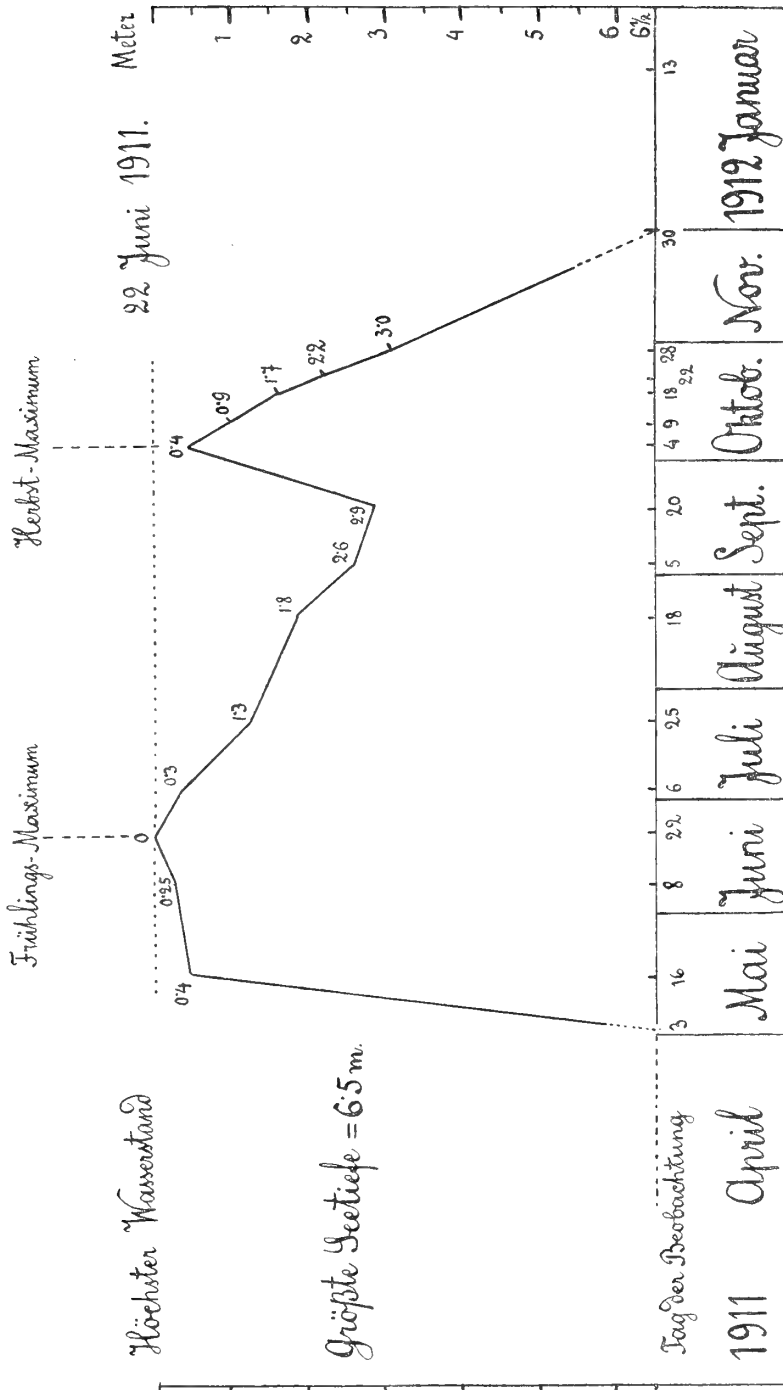
3. Der Dwoisty-See ist in hydrographischer und biologischer Hinsicht der interessanteste unter den Tatra-Seen. Er liegt zwischen gewaltigen Granitblöcken und ist seiner ganzen Länge nach durch Moränentrümmer wie durch einen Damm geteilt. Beide Teile kommunizieren jedoch miteinander. Der See hat scheinbar keinen Abfluß. Geht man aber gegen Norden etliche hundert Meter, so bemerkt man erst einen starken Bach, der an der Ursprungsstelle aus dem See unterirdischen Lauf hat. Der Seegrund ist mit mächtigen Granitblöcken bedeckt, von denen viele aus dem Wasser emporragen und die Wassertemperatur stark beeinflussen. Der Wasserstand dieses Sees zeigt auffallende periodische Schwankungen. Der höchste Stand wurde im Jahre 1910 am 16. Juni beobachtet. Von dieser Zeit an sank das Wasser regelmäßig, und in der zweiten Hälfte August, d. h. in der Zeit, während die Schneedecke der höhergelegenen Teile des Tales ihr Minimum erreichte, wurde der niedrigste sommerliche Wasserstand notiert: 2·5 m unter dem erwähnten Frühlings-Maximum. Die Herbstniederschläge verursachten im September eine Hebung des Wasserniveaus um 0·5 m. Ende September trat infolge des Zu-

frierens der höheren Gewässer des Tales eine neue Senkung des Niveaus ein. Am 20. Oktober 1910 wurden die letzten Messungen vorgenommen, und diese zeigten, daß das Wasserniveau sich 5 m unter dem Maximum befand. Im März und April 1911 wurde festgestellt, daß die obere Eisoberfläche nicht weniger als 6 m unter dem Maximum lag, die dicke Schneedecke (zirka 2 m) verhinderte aber die Durchbohrung des Eises und eine genauere Untersuchung des Seezustandes. Im Jahre 1911 war das Gesamtbild der Niveauschwankungen das gleiche. Der höchste Wasserstand wurde während des intensiven Auftauens des Schnees im Tale (22. Juni) beobachtet. Das sommerliche Minimum fand man am 20. August (2·9 m unter dem Maximum). Am 4. Oktober stieg das Wasser wieder um 2·5 m (zweites, herbstliches Maximum!). Von dieser Zeit an fiel das Wasser rasch und am 20. Oktober befand es sich auf demselben Niveau wie am 20. August. (S. Tabelle I.).

Als ich am 13. Januar 1912 diesen sonst nur bei einer ausnahmsweise schwachen Schneedecke zugänglichen See besuchte, fand ich zu meiner großen Verwunderung die ganze Eiskruste in größere und kleinere Schollen zerklüftet, welche auf großen Steinen des Seegrundes ruhten; merkwürdigerweise war aber sogar an den während des Sommers tiefsten Stellen gar kein Wasser zu finden! Es ist kaum anzunehmen, daß dieser Wassermangel mitten im Winter eine Ausnahme bildet, vielmehr muß ich auch nach späteren Beobachtungen eine Austrocknung dieses Sees im Winter als Regel betrachten. Diese Eigentümlichkeit läßt sich einfach durch den obenerwähnten unterirdischen Abfluß erklären, welcher dem See in der wasserarmen Winterperiode seinen ganzen Vorrat entführt und während des ganzen Jahres bedeutende Schwankungen des Niveaus verursacht. In anderen Seen findet diese entwässernde Tätigkeit nicht statt, weil die Abflüsse höher liegen, so daß das Wasserniveau nur auf ein bestimmtes Minimum sinken kann. Die vollständige Austrocknung des Dwoisty-Sees tritt in November—Dezember auf, wenn der Wasserzufluß aufhört. (S. Tab. I S. 573).

Mehrere Forscher, die sich mit Untersuchung von Polargewässern befaßten, haben beobachtet, daß diese Seen periodischen Niveauschwankungen unterliegen, ähnlich wie der Dwoisty-See. Man kann somit in dieser gemeinsamen Eigentümlichkeit die Erklärung der Tatsache erblicken, daß hier die polare Art *Branchinecta paludosa* und sonst in keinem anderen Tatra-See lebt. Für diese Auffassung

TABELLE I.
Niveauschwankungen des Dwoisty-Sees (westlicher Teil).



spricht auch die Tatsache, daß Wierzejski vor einigen Jahren mehrere reife Weibchen und Männchen dieser Art in die benachbarten Seen zu übersiedeln versuchte, jedoch ohne Erfolg; es wurden in den nächsten Jahren in keinem derselben Exemplare davon gefunden. Der negative Erfolg der Übersiedelung könnte vielleicht dadurch erklärt werden, daß, nach den Angaben von Brauer, Wolf u. a., die überwinternden Eier der Kaltwasser-Arten durchaus vorher einfrieren müssen, wenn sie sich weiter entwickeln sollen. Das isolierte Vorkommen der *Br. paludosa* sowohl im Tatra-gebirge als auch sonst in Europa¹⁾ findet demnach seine Erklärung in der hydrographischen Eigentümlichkeit der von dieser Art bewohnten Seen.

4. Der Grüne Gąsienica-See, der Größe nach der zweite, liegt am Fuß des Świnica-Grates (2306 m) und steht nur durch einen Bach mit dem tiefer liegenden Sobkowcy-See in Verbindung, sonst aber mit gar keinem von den höher gelegenen Seen. Seine Umgebung und Vegetation ist derjenigen des Schwarzen Sees ähnlich.

5. Der Kurtkowcy-See, viel kleiner als der vorige, entsendet einen Bach, der sich zwischen den hier angehäuften Granitblöcken durchwindet und sich in den Dwoisty-See ergießt. Im Kurtkowcy-See liegt eine kleine Insel, welche ebenso wie die Ufer des Sees mit *Pinus montana* dicht bewachsen ist.

6. Der westliche Rote-See, ein ganz kleines, seichtes Seebecken, ist von dem obigen durch eine Moräne getrennt und mit einem anderen, noch kleineren östlichen Roten-See durch einen seichten Abfluß verbunden. Der letzte See ergießt sich wieder in einem Bach in den Kurtkowcy-See.

7. Der Długi-See liegt auf der Westseite des Kościelec-Grates. Sein östliches Ufer umlagern gewaltige Trümmer, wogegen das westliche mehr flach ist und teilweise mit ärmlichen Gräsern und Alpenblumen bedeckt. Sein Abfluß hat an der Ursprungsstelle unterirdischen Lauf und kommt bloß bei hohem Wasserstande zum Vorschein. Auch dieser See unterliegt bedeutenden Niveauschwankungen, doch sind diese nicht so groß, wie im Dwoisty-See. (S. Tabelle II).

8. Der Zadni-See, der höchstgelegene der hier besprochenen

¹⁾ Der südlichste bis jetzt bekannte Standort ist Dovre Field in Norwegen.

Gruppe, ist in einem tiefen Bergkessel zwischen dem Kościelec und der Świnica gelegen. Sein Abfluß bildet einen kleinen Wasserfall, der zwischen glatten, durch einen ehemaligen Gletscher ausgeschliffenen Felsen in den Długi-See stürzt. Höher als der Zadni-See befindet sich ein leeres Becken, wahrscheinlich ein Firnschneebehälter ehemaliger Gletscher. Der Zadni-See erhält seine Zuflüsse nur vom tauenden Schnee von den höheren Partien des Tales unter der Świnica-Spitze, der teilweise als ewiger Schnee betrachtet werden kann. (S. Tab. II, S. 576).

2. Die Zeit des Zufrierens und Auftauens einiger Tatra-Seen.

Die am tiefsten gelegenen Seen: der Toporowy- (1095 m) und Smreczyński-See (1225 m) bleiben beinahe ein halbes Jahr mit Eis bedeckt. Die Zeit des Eisbrechens findet hier im April statt und Mitte November frieren in der Regel die beiden Seen zu. Somit herrschen hier etwa 6 Monate lang winterliche Verhältnisse. Der Übergang von den winterlichen zu den sommerlichen vollzieht sich sehr rasch. Im J. 1911 waren die beiden Seen noch zwischen dem 24. und 26. April fast gänzlich mit Eis bedeckt, und dieses begann erst an den Ufern aufzutauen; die Oberflächentemperatur des Wassers überschritt in dieser aufgetauten Zone nicht 2° C. Aber schon in den nächsten Wochen war die Temperaturzunahme sehr bedeutend; der Toporowy-See war nämlich schon am 9. Mai völlig eisfrei, und die durchschnittliche Oberflächentemperatur betrug 10° C. Im Smreczyński-See war am 18. Mai die Temperatur bereits auf 17° C. gestiegen!

Nachstehende Tabellen geben ein allgemeines Bild der jährlichen Veränderungen an der Oberfläche der besprochenen Seen (S. Tab. III, S. 577, u. IV, S. 578).

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Dauer der winterlichen Verhältnisse in gewissem Grade von der Höhenlage der Seen abhängig ist. Außerdem wirken hier aber noch folgende Faktoren: die Insulationsbedingungen, die winterlichen Niederschläge, der Umfang des Wasserbeckens, endlich die wechselnden meteorologischen Verhältnisse, in erster Reihe aber die Lufttemperatur und die Winde.

TABELLE II.

	Höhe ü. d. M. in Metern	Oberflächen- inhalt in Hektaren	Größte Tiefe in Metern	Dicke des Bodenschlam- mes in Zentimetern	Jährliches Temperatur- maximum C°		Jährliche Niveau- schwankun- gen in Metern
					1910	1911	
1 Toporowy-See	1095	0·6 ²⁾	5·9 ²⁾	bis 50	—	20·7 (21. VII)	0·30
2 Schwarzer Gasienica-See	1620	22·87	50·4 ²⁾	stellenweise bis 5	—	13·4 (25. VII)	0·15
3 Sobkowy	1627 ¹⁾	0·48	1·0	bis 20	16·1 (22. VIII)	18·0 (25. VII)	0·30
4 Dwoisty	1654	2·06	7·5	stellenweise bis 1—2	14·5 (22. VIII)	16·0 (25. VII)	7·5
5 Grüner	1672	3·45	15·5	stellenweise bis 5	15·0 (23. VIII)	16·9 (25. VII)	0·20
6 W. Roter	1704	0·27	1·5	4—10	16·5 (23. VIII)	18·5 (25. VII)	0·15
7 Kurkowy	1687	1·74	3·0	bis 5	14·8 (23. VIII)	16·5 (25. VII)	0·65
8 Długi	1779	1·52	7·5	stellenweise 3—5	10·2	11·2 (30. VII)	2·50
9 Zmarzły	1794 ³⁾	zirka 0·3	zirka 6·0	"	—	7·1 (30. VIII)	gering
10 Zadni	1837	0·5	zirka 5·0	"	6·6 (22. VIII)	6·7 (5. IX)	0·60
11 Ob. Furkota-See . . .	2167	5·09	unbekannt ¹⁾	gering	—	3·9 (31. VIII)	unbedeutend

¹⁾ Die Erhebungen der Gasienica-Seen sind nach den Messungen von M. Kóńca (1909) angegeben.²⁾ Nach L. Sawicki (1910).³⁾ Nach Janota und Birkenmajer.⁴⁾ Jedenfalls über 20 m.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXVI ^e partie	Nov. 1912
J. Dunin-Borkowski und M. Gieszczykiewicz. Über Bindung der hämolytischen Ambozeptoren durch rote Blutkörperchen . . .	Nov. 1912
L. Popielski. Die Ungerinnbarkeit des Blutes und Vasodilatin (Pep- ton Witte)	Nov. 1912
N. Cybulski. Ein Modell der Aktionsströme des Muskels	Déc. 1912
E. Kiernik. Ein neuer Titanotheriumfund in Europa	Déc. 1912
H. v. Wielowieyski. Untersuchungen über die Ovaria polytropha .	Janv. 1913
E. v. Lubicz Niezabitowski. Fächerförmige Sinneshaare v. Hippolyte	Janv. 1913
L. Kaufman. Die Degenerationserscheinungen b. Salamandra maculosa	Févr. 1913
M. v. Gedroyé. Zur Kenntnis der europäischen Hirudineenarten .	Févr. 1913
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXVII ^e partie	Févr. 1913
L. Popielski. Das Komprimieren der Nebennieren u. das Adrenalin	Mars 1913
S. Jeleńska-Macieszyna. In den Vierhügeln entspringende Bahnen	Mars 1913
W. Mierzejewski. Aeschna osiliensis nov. sp.	Mars 1913
B. Namysłowski. Über unbekannte halophile Mikroorganismen .	Mars 1913
A. Prażmowski. Die Zellkerne der Bakterien	Avril 1913
J. Berggrün. Über den Bau der Haut von Hyla arborea L. . .	Avril 1913
J. Jarosz. Fauna des Kohlenkalks in der Umgebung von Krakau .	Avril 1913
Fr. Czubalski. Einfluß des Adrenalins auf Aktionsströme	Avril 1913
J. Zielińska. Einfluß des Sauerstoffpartiärdruckes auf Regenerations- geschwindigkeit	Avril 1913
A. Rosner und I. v. Zubrzycki. Corpus luteum graviditatis . .	Mai 1913
C. Beigel-Klaften. Regeneration der Geruchsorgans	Mai 1913
L. Sitowski. Über eine neue Aberration von Colias hyale L. . .	Mai 1913
E. v. Lubicz Niezabitowski. Schädelfragment e. Rhinocerotiden .	Mai 1913
M. Matlakówna. Beiträge zur Kenntnis der Grassamen	Mai 1913
J. Domaniewski. Variabilität bei dem javanischen Skorpion . .	Mai 1913
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XXVIII ^e partie	Mai 1913
J. Wileczyński. Über die exkretorische Tätigkeit des Hinterdarmes bei Sipunculiden	Mai 1913
S. Fedorowicz. Entwicklung der Lymphgefäße bei Anurenlarven .	Juin 1913
K. Rouppert. Über zwei Planktondiatomeen	Juin 1913
B. Strzeszewski. Schwefelflora in d. Umgebung von Krakau . .	Juin 1913
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen, III	Juin 1913
B. Strzeszewski. Phototaxis des Chromatium Weissii	Juin 1913

TABLE DES MATIÈRES.

Juillet 1913.

	Page
B. STRZESZEWSKI. Zur Phototaxis des Chromatium Weissii (Schluß)	417
J. CZARNOCKI und J. SAMSONOWICZ. Beiträge zur Kenntnis des Zechsteins im Polnischen Mittelgebirge	432
N. CYBULSKI. Die Aktionsströme der Nerven und ihre Beziehungen zur Temperatur	437
H. ZAPALOWICZ. Revue critique de la flore de Galicie, XXIX ^e partie	443
F. KIERNIK. Über ein Dicrocerus Geweih aus Polen	449
T. KLIMOWICZ. Über die Anwendbarkeit des Weber'schen Gesetzes auf die phototropischen Krümmungen der Koleoptile von Avena sativa	465
G. BRUNNER. Über die Resistenz der roten Blutkörperchen	507
J. ZIELIŃSKA. Die Lichtwirkung auf die Regenwurmeggattung Eisenia und die biologische Bedeutung der durch dieselbe produzierten Farbstoffe	511
J. GROCHMALICKI. Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserfauna Ost-Afrikas Copepoda und Ostracoda	517
B. RYDZEWSKI. Sur l'âge des couches houillères du bassin carbonifère de Cracovie	538
A. LITYŃSKI. Revision der Cladocerenfauna der Tatra-Seen. I. Teil. Daphnidae	566

Le »Bulletin International« de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série A ... 8 K; Série B ... 10 K.

Les livraisons du »Bulletin International« se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska« Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

Prix 5 K 60 h.